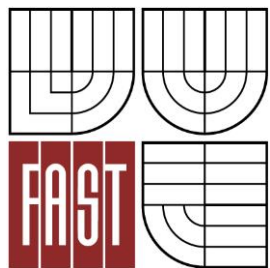




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

HEATING OF THE RESIDENTIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADEK KAŠPAR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Radek Kašpar
Název	Vytápění bytového domu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v podle vyhlášky č.78/2013 Sb. ,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Marcela Počínková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Předmětem této bakalářské práce je řešení vytápění a přípravy teplé vody. Projekt obsahuje více variant zdrojů tepla pro bytový dům. První variantou zdroje tepla je plynový kondenzační kotel. V druhé variantě je objekt vytápěn peletovým kotlem a část ohřevu teplé vody bude pokrývat solární systém. V teoretické části je popis obnovitelných zdrojů energie využitých u bytového domu.

Klíčová slova

vytápění, příprava teplé vody, plynový kondenzační kotel, peletový kotel, potrubí, solární kolektor

Abstract

The subject of this bachelor's thesis is solution for heating and warm water preparation. The project contains more option of heat source for residential building. The first option source of heat is a gas condensing boiler. In the second option, the object is heated by a pellet boiler and hot water portion will cover the solar system. The theoretical part is a description of renewable energy use in residential building.

Keywords

heating, warm water preparation, gas condensing boiler, biomass boiler, pipeline, solar collector


Bibliografická citace VŠKP

Radek Kašpar *Vytápění bytového domu*. Brno, 2015. 161 s., 13 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.
Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2015



.....
podpis autora
Radek Kašpar

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

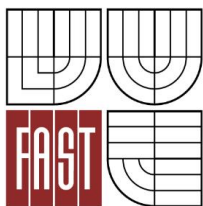
Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27.5.2015



.....
podpis autora
Radek Kašpar



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Autor práce Radek Kašpar

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav technických zařízení budov

Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Vytápění bytového domu

Název práce v anglickém jazyce Heating of the residential building

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze

Anotace práce Předmětem této bakalářské práce je řešení vytápění a přípravy teplé vody. Projekt obsahuje více variant zdrojů tepla pro bytový dům. První variantou zdroje tepla je plynový kondenzační kotel. V druhé variantě je objekt vytápěn peletovým kotlem a část ohřevu teplé vody bude pokrývat solární systém. V teoretické části je popis obnovitelných zdrojů energie využitý u bytového domu.

Anotace práce v anglickém jazyce The subject of this bachelor's thesis is solution for heating and warm water preparation. The project contains more option of heat source for residential building. The first option source of heat is a gas condensing boiler. In the second option, the object is heated by a pellet boiler and hot water portion will cover the solar system. The theoretical part is a description of renewable energy use in residential building.

Klíčová slova vytápění, příprava teplé vody, plynový kondenzační kotel, peletový kotel, potrubí, solární kolektor

Klíčová slova v anglickém jazyce heating, warm water preparation, gas condensing boiler, biomass boiler, pipeline, solar collector

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za její odborné vedení, ochotu, čas a rady při konzultacích mé bakalářské práce.

Tato bakalářská práce byla zpracována s využitím infrastruktury Centra AdMaS.

OBSAH

OBSAH.....	11
ÚVOD	12
A TEORETICKÁ ČÁST	13
A.1 BIOMASA	14
<i>A.1.1 Rozdělení peletových kotlů.....</i>	<i>16</i>
A.1.1.1 Rozdělení podle zásobníků:	16
A.1.1.2 Rozdělení podle hořáků:.....	16
<i>A.1.2 Peletové kotelny</i>	<i>17</i>
<i>A.1.3 Akumulace</i>	<i>17</i>
<i>A.1.4 Pelety.....</i>	<i>18</i>
A.1.4.1 Rozdělení pelet.....	18
A.1.4.2 Skladování pelet.....	20
A.1.4.3 Doprava pelet	21
<i>A.1.5 Zásobníky na peletky.....</i>	<i>22</i>
A.1.5.1 Zásobník přímo v kotelně	22
A.1.5.2 Zásobník mimo kotelnu.....	23
<i>A.1.6 Doprava a balení pelet pro zákazníka</i>	<i>25</i>
<i>A.1.7 Zajímavé výrobky.....</i>	<i>26</i>
A.1.7.1 Kondenzační peletkové kotle	26
A.1.7.2 Stratifikační zásobníky.....	27
A.2 ENERGIE ZE SLUNCE	28
<i>A.2.1 Množství využitelné energie v ČR.....</i>	<i>28</i>
<i>A.2.2 Využití solárních systémů</i>	<i>29</i>
<i>A.2.3 Solární systémy a jeho prvky.....</i>	<i>30</i>
<i>A.2.4 Solární kolektor.....</i>	<i>31</i>
A.2.4.1 Solární kolektory ploché	31
A.2.4.2 Trubkové vakuové	33

A.2.5 Solární zásobníky	36
A.2.5.1 Rozdělení podle účelu	36
A.2.5.2 Rozdělení podle konstrukce.....	36
A.2.6 Oběhová čerpadla.....	37
A.2.7 Expanzní nádoba	38
B VÝPOČTOVÁ ČÁST	39
B.1 Analýza objektu	40
B.2 Výpočet součinitelů prostupu tepla	41
B.3 Výpočet tepelného výkonu jednotlivých místností	49
B.4 ENB – obálka.....	73
B.5 Návrh otopných ploch.....	74
B.6 Dimenzování potrubí	78
B.7 Návrh zdroje tepla.....	88
I.varianta.....	88
B.7.1 Příprava teplé vody.....	89
B.7.2 Návrh zásobníkového ohřívače teplé vody	90
B.7.3 Plynový kotel	92
B.8 Návrh zdroje tepla.....	96
II.varianta.....	96
B.8.1 Návrh peletkového kotle	97
B.8.2 Potřeba tepla na vytápění.....	101
B.8.3 Návrh akumulčního zásobníku.....	102
B.8.4 Návrh solárních kolektorů na ohřev vody	104
B.9 Bilance energií solárního systému	116
B.9.1 Pomocí softwaru EXCEL	116
B.9.2 Pomocí tzb-info.cz	118
B.10 Návrh zásobníkového ohřívače pro OZE	119
B.11 Návrh ostatních zařízení kotelny	121
B.11.1. Návrh rozdělovače a sběrače	121
B.11.2 Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků	122

B.11.3 Návrh vyvažovacích ventilů	123
B.11.4 Návrh trojcestného směšovacího ventilu	124
B.11.5 Návrh čerpadel	125
B.11.6 Návrh izolace potrubí.....	129
B.12 Návrh zabezpečovacích zařízení.....	133
B.12.1 Návrh expanzní nádoby (I.varianta).....	133
B.12.2 Návrh expanzního potrubí	134
B.12.3 Návrh expanzní nádoby (II.varianta).....	135
B.12.4 Návrh expanzního potrubí	136
B.12.5 Návrh pojistných ventilů.....	136
B.13 Roční potřeba tepla	139
B.13.1 Potřeba tepla pro ohřev teplé vody	139
B.13.2 Potřeba tepla pro vytápění.....	140
B.13.3 Celková potřeba tepla.....	141
B.14 Potřeba paliva	142
B.14.1 Potřeba paliva pro ohřev teplé vody.....	142
B.14.2 Potřeba paliva pro vytápění	142
B.14.3 Celková potřeba paliva	143
C PROJEKT	144
C.1 Technická zpráva	146
Závěr	152
Seznam použitých zdrojů.....	153
Seznam obrázků.....	155
Seznam zkratk	157
Seznam příloh.....	161

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je návrh vytápění bytového domu a přípravy teplé vody. Bytový dům je novostavba, která bude postavena v obci Hovězí.

Objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. V každém nadzemním podlaží jsou dvě bytové jednotky, celkem tedy 8 bytových jednotek. V podzemním podlaží je technická místnost, místnost pro skladování paliva a kóje pro bytové jednotky.

Bakalářská práce je rozdělena na tři části:

- A Teoretickou část
- B Výpočtovou část
- C Projektovou část

Teoretická část tvoří alternativy obnovitelných zdrojů energie použitých u bytového domu. Obnovitelné zdroje energie jsem také aplikoval na zadaný projekt bytového domu.

Výpočtová část zahrnuje návrh skladby konstrukcí, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných těles a zdroje tepla pro celý objekt. Budou zpracovány dvě varianty vytápění. První varianta bude levnější kotelná s plynovým kotlem pro vytápění i ohřev teplé vody. Druhou variantou bude využití obnovitelných zdrojů energie. V druhé variantě bude objekt vytápěn peletovým kotlem a část ohřevu teplé vody bude pokrývat solární systém.

I.varianta kotelny

-vytápění bytového domu pomocí kondenzačního plynového kotle

II. varianta kotelny

-vytápění bytového domu obnovitelným zdrojem energie

-aplikace peletkového kotle s dohřevem solárního systému na ohřev teplé vody

Poslední částí bakalářské práce je projekt, který obsahuje technickou zprávu a výkresy. V technické zprávě jsou popsány varianty vytápění a přípravy teplé vody. Ve výkresové dokumentaci nalezneme půdorysy všech podlaží, rozvinutý řez, schéma zapojení zdrojů tepla a půdorysy technických místností.

A TEORETICKÁ ČÁST

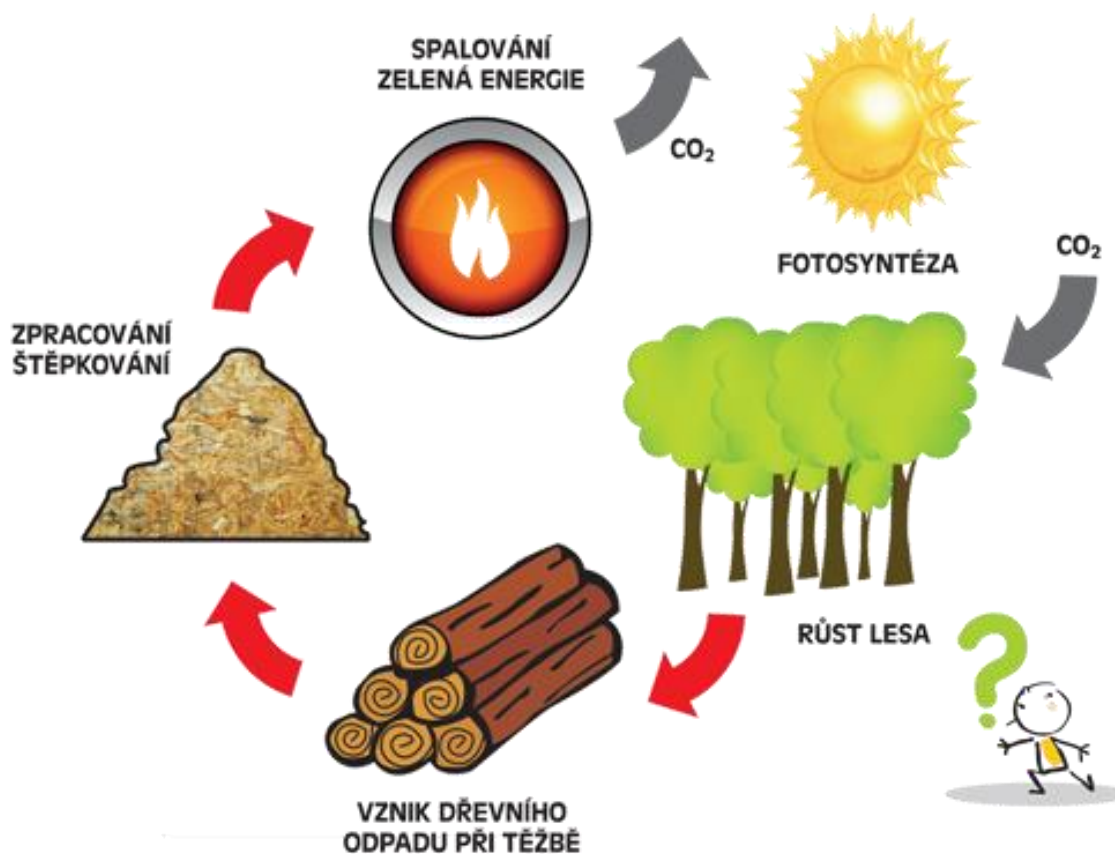
A.1 BIOMASA

Významným obnovitelným zdrojem energeticky využitelné energie je biomasa. Automatické peletové kotle jsou obnovitelným zdrojem energie biomasy. Zajišťují nám komfortní, úsporné a ekologické vytápění našeho objektu. Výhodou jsou nižší náklady na provoz. Šetří čas i životní prostředí. Peletky se nemusí štípat, ani ukládat. Dokonce některé peletkové kotle nabízejí plně bezobslužný provoz, přikládání peletek je pomocí automatického dávkovače, který je řízen a nastaven dle termostatu. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady. Teplo ze spalování se předává topnému médiu, nejčastěji vodě. Účinnost takového kotle dosahuje až 94%.

Oproti spalování fosilních paliv má spalování biomasy v podstatě nulovou bilanci CO_2 , který patří mezi tzv. skleníkové plyny. Produkce CO_2 ze spalování biomasy je neutrální, protože množství tohoto plynu uvolněné do ovzduší spalováním je přibližně stejné jako to, které je zpětně vázáno do rostlin v zemědělských a lesních porostech nebo na tzv. energetických plantážích. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směšování se vzduchem a prostor dostatečný k tomu, aby všechny plyny dobře shořely tam kde mají a nestávalo se, že budou hořet až v komíně. [1]

Definice obnovitelného zdroje podle zákona o životním prostředí zní: „Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.“ [2]

Fotosyntéza nebo také fotosyntetická asimilace je biochemický proces, při kterém se mění přijatá energie světelného záření na energii chemických vazeb. Využívá světelného, např. slunečního, záření k tvorbě (syntéze) energeticky bohatých organických sloučenin – cukrů – z jednoduchých anorganických látek – oxidu uhličitého (CO_2) a vody. Fotosyntéza má zásadní význam pro život na Zemi. [3]



Obrázek 1: Spalování biomasy [4]

A.1.1 Rozdělení peletových kotlů

V současné době existuje několik druhů peletových kotlů. Na trhu jsou už několik let a výrobců neustále přibývá. Trh je tedy přeplněn a každý se snaží vymýšlet novinky a sortiment se neustále rozšiřuje. Rozdělit peletkové kotle můžeme následovně.

A.1.1.1 Rozdělení podle zásobníků:

- Automatické peletové kotle se zásobníkem
- Automatické peletové kotle bez zásobníku

A.1.1.2 Rozdělení podle hořáků:

- kotle s gravitačním hořákem
- kotle se šnekovým hořákem a turniketem
- kotle s posuvným roštem
- kotle s retortovým hořákem
- kotle s keramickým hořákem
- trubicovým hořákem

A.1.2 Peletové kotelny

Kotelna je technická místnost, ve které je umístěn kotel. Kotelna, nebo technická místnost musí být vždy suchá, dostatečně veliká a musí mít zajištěn přísun dostatečného množství čerstvého vzduchu pro spalování. Komín (samostatný komínový průduch), vybírací a vymetací otvor. Dispozičně má být umístěna co nejbližší místnosti pro skladování pelet.

A.1.3 Akumulace

Většina peletovým kotlů pracuje s nejnižší teplotou topné vody nad 60°C a soustavy dnešní doby jsou často navrhovány na teplotu nižší, například na teplotu se spádem 55/45°C. Z tohoto důvodu je nutný návrh akumulčního zásobníku. Akumulace napomáhá srovnat období přebytku (výroby energie) s obdobím nedostatku (potřeby energie).

Rozlišujeme dva druhy nabíjení akumulčního zásobníku. Nabíjení rychlé a pomalé.

- Nabíjení rychlé - pracuje s aktuálním výkonem zdroje, větší objem AN
- Nabíjení řízené - kotel s regulací výkonu, menší objem akumulční nádrže



Obrázek 2: AZ s izolací a AZ bez izolace [4]

A.1.4 Pelety

Pro energetické použití se dřevo tzv. štěpkuje, piliny se lisují do pelet a briket. Sláma se používá jak obilná, tak z olejnin, např. z řepky. Lisuje se, nebo se z ní také vyrábějí brikety či granule.

Do povolených energetických rostlin patří celá řada jednoletých, dvouletých i vytrvalých druhů. Mohou to být například laskavec, konopí seté, sléz přeslenitý, pupalka dvouletá, komonice bílá, mužák prorostlý, čičorka pestrá nebo šťovík krmný. Využít lze i rychle rostoucí topoly, vrby, olše, akát nebo platan.

Peleta je ekologické a ušlechtilé palivo. Je to výlisek z biomasy válcovitého tvaru nejčastěji o průměru 6 nebo 8mm. Hustota takovéto pelety je větší než 1000kg/m^3 . Jejich spalování probíhá v automatických kotlích nebo kamnech na pelety. Výhodou topení peletami je komfort bez obslužnosti. Komfortem se někdy přibližujeme k topení plynem nebo elektrokotlem. Výhřevnost pelet se pohybuje okolo 18MJ/kg .

A.1.4.1 Rozdělení pelet

Pelety lze rozdělit do několika druhů:

- dřevní (prémium a katrová)
- alternativní (rostlinné)
- ostatní (ze starého papíru)

- Dřevní

pelety jsou velkým tlakem zpracovaný suchý dřevní prach, drť nebo piliny zpravidla do tvaru válečků o průměru 6 nebo 8 mm. Jsou lisovány bez příměsí pojidla. Tmavé pelety obsahují příměs kůry.

Prémium (bílá)

Z čistého dřeva a dřevního odpadu
odpadu bez příměsí
(vznikají lisování pilin)



Obrázek 3: Prémium peletky [5]

Katrové (tmavé)

Z dřevního odpadu s příměsí kůry
Vznikají lisování pilin a kůry



Obrázek 4: Katrové peletky [5]

- Alternativní (Rostlinné, nebo-li agropelety)
vznikají lisováním zemědělských produktů – energetických rostlin, sena, řepky či obilné slámy

- Ostatní
vyrábí se lisováním různých, jinak obtížně využitelných, materiálů (např. drceného starého papíru), tyto materiály se též míchají se zemědělskými produkty

Výhřevnost pelet je závislá na její kvalitě a obsahu vody. Suché dřevo z listnatých stromů dosahuje výhřevnosti až 18,5 MJ/kg, u jehličnatých stromů dokonce o 1 MJ/kg více. Každé palivo obsahuje podíl vlhkosti, který tyto hodnoty výhřevnosti snižuje. Běžná peleta má vlhkost okolo 8,5%. Výhřevnost této pelety, která je vyrobena z hmoty listnatého stromu o výhřevnosti okolo 18,5 MJ/kg má skutečnou výhřevnost okolo 17,2 MJ/kg.

typ	Výhřevnost (MJ/kg)	Popel (%)	Mechanická odolnost (%)
Prémium	18-18,5	<0,5	>97,5
Katrová	17-18	0,5-1	>97,5
Rostlinná	15-17	3-6	90-97,5

Tabulka 1: Srovnání výhřevnosti, obsahu popelu a mechanické odolnosti [6]

A.1.4.2 Skladování pelet

Pelety mají jinou cenu v zimním období a jinou v období přechodném. Proto se kromě uskladnění několika pytlů navrhuje velké skladovací přístřešky nebo místnosti. Skladovat pelety můžeme uvnitř nebo vně budovy. Variant může být několik. Blíže ke zdroji se používají šnekové dopravníky, při větších vzdálenostech dopravníky pneumatické, nebo jejich kombinace.



Obrázek 5: Zásobník pelet uvnitř budovy [6]



Obrázek 6: Zásobník pelet mimo budovu [6]



Obrázek 7: Skladování pelet [7]

A.1.4.3 Doprava pelet

Rozlišujeme dva druhy dopravy pelet do kotle. Ruční a automatickou dopravu ke zdroji.

- **Ruční doprava**

Nevýhodou je fyzická manipulaci s pytli při doplňování paliva do zdroje. Provoz je tedy závislý na lidském faktoru a intenzita doplňování je jedenkrát za 2-5dní (v zimě), jedenkrát za týden (v jarním a podzimním období)

- **Automatická doprava**

Zásobník může být přímo vedle zdroje, nebo ve vedlejší místnosti.

Dopravníky - šnekové (sklad pelet co nejbližší)
- pneumatické, nasávací (vzdálenost do 25m)

Výhodou šnekovým dopravníků je jejich nižší cena a malá hlučnost.

Nevýhodou pneumatickým jsou vyšší náklady na provoz, vyšší hlučnost a potřeba kvalitnějších pelet.



Obrázek 8: Peletová kotelna se šnekovým podavačem [5]



Obrázek 9: Peletová kotelna s pneumatickým podavačem [5]

A.1.5 Zásobníky na peletky

Kotle mají své zásobníky. Menší, či větší, dle projektu, místa, nebo přání investora a zákazníka. Zásobníky mohou být přímo v kotelně, nebo ve vedlejší místnosti, dokonce i vně budovy. Napojení zásobníků u mnoha kotlů je možné zleva, či zprava.

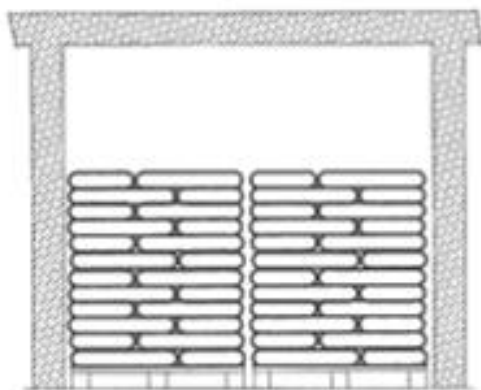
A.1.5.1 Zásobník přímo v kotelně

Peletový kotel se standardním menším krátkodobým zásobníkem a se šnekovým podavačem. Nevýhoda tohoto provedení je ruční doprava paliva do zásobníků ve zdroji. Fyzická manipulaci s pytli při doplňování paliva do zdroje. Provoz je tedy závislý na lidském faktoru a intenzita doplňování je jedenkrát za 2-5dní.



Obrázek 10: Kotel s integrovaným zásobníkem [6]

Příklady skladování pro ruční doplňování do krátkodobého zásobníku



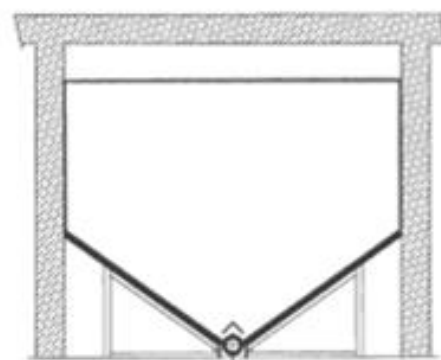
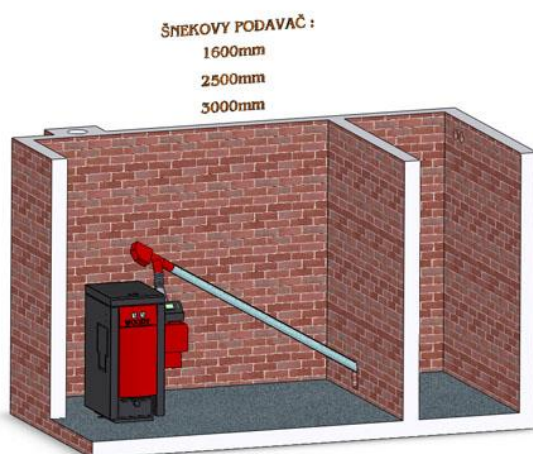
Obrázek 11: Skladování pytlů v místnosti [6]



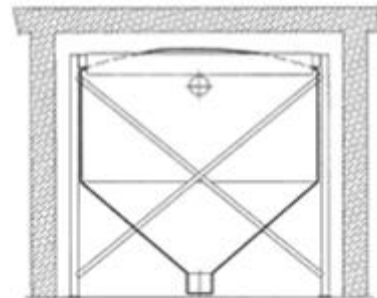
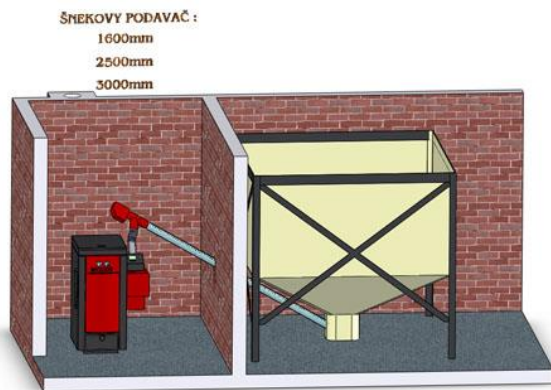
Obrázek 12: Pytle na paletě [8]

A.1.5.2 Zásobník mimo kotelnu

Větší kapacita pelet k uskladnění. Místnosti naprojektovány již předem se všemi potřebnými vlastnostmi. Přívodní i odvodní potrubí pro sezonní doplňování peletek. Do místnosti nutný přístup dveřmi, nebo otvorem. Tento otvor dostatečně pevně zabednit. Navrhnout dostatečný sklon pro možný skluz pelet do podavače. Optimální velikost místnosti. Pevnost příček.



Obrázek 13: Umístění pelet do vedlejší místnosti (stavebně upravená místnost) [6]



Obrázek 14: Umístění pelet ve vedlejší místnosti s textilním zásobníkem [6]

Zásobníky jsou vyrobeny ze speciální textilie a jsou určeny především pro centrální skladování peletek. Ve spodní části jsou vyspádovány do jediného odběrného místa, na které lze nainstalovat sběrnou sondu pneumatického či šnekového dopravníku peletek. Jednoduchá nosná ocelová konstrukce zaručuje snadnou montáž a demontáž zásobníků. Hmotnost textilního vaku okolo 1 tuny.



Obrázek 15: Vakový pytel v konstrukci [6]



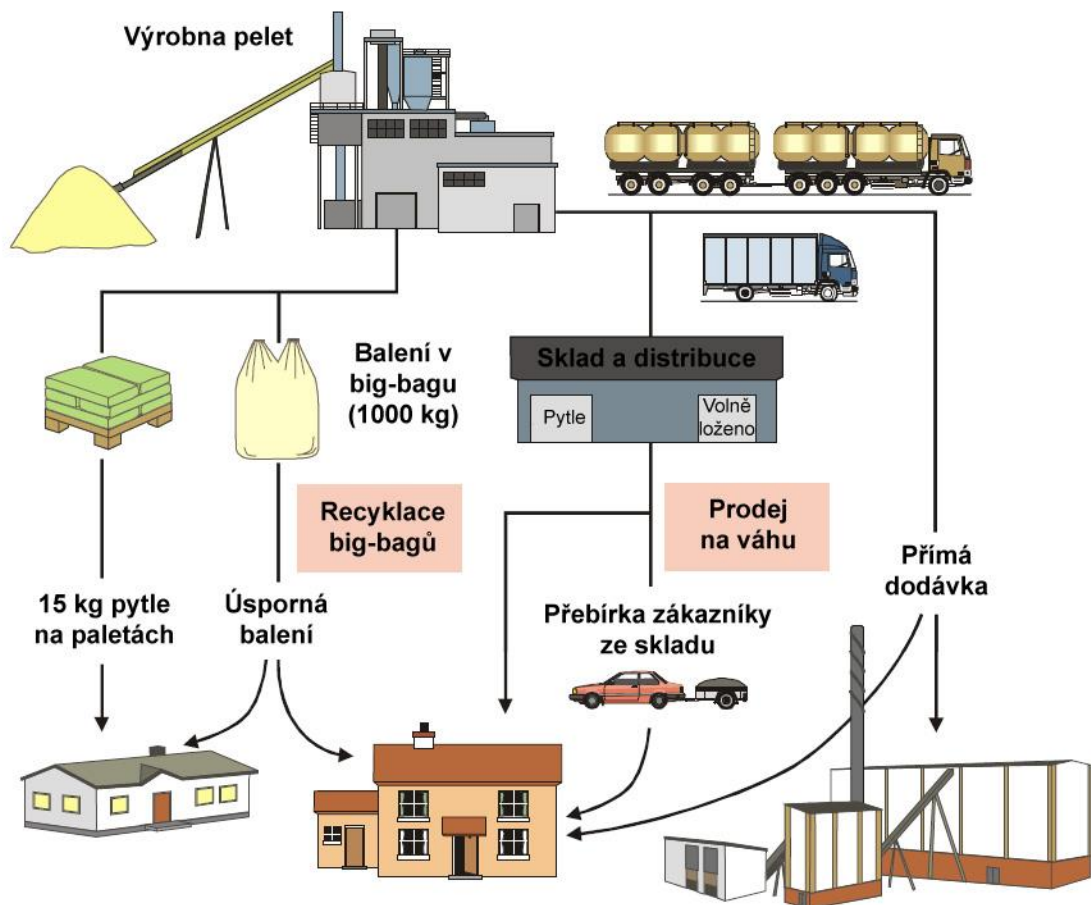
Obrázek 16: Vakový pytel na paletě [6]



Obrázek 17: Cisternové plnicí vozidlo [9]

A.1.6 Doprava a balení pelet pro zákazníka

Pelety si může šikovný zákazník vyrobit sám. Další možností je objednání pelet přímo od dodavatele. Dodavatelé nabízí širokou škálu nabídky prodeje. Prodej v pytlích po kusech (váha okolo 15kg, cena pytle 90Kč), v pytlích na paletách, v textilním vaku (váha 700-1200kg), doprava jednotlivých peletek cisternovým vozidlem (platba okolo 6Kč/kg). Nejvýhodnější a nepohodlnější pro zákazníka je doprava cisternovým vozidlem, které nám zajistí naplnění komory peletkami v budově. Dobře naprojektována místnost vydrží klidně i celou sezónu.



Obrázek 18: Výroba a distribuce pelet [5]

A.1.7 Zajímavé výrobky

A.1.7.1 Kondenzační peletkové kotle

V dnešní těžké době se výrobci snaží vyvíjet nové a zajímavé výrobky.

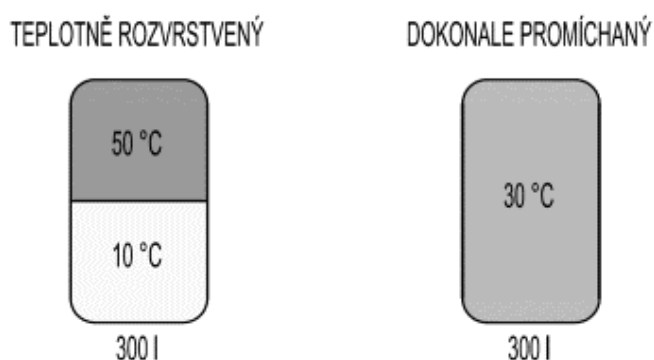
Kondenzační plynový kotel je na trhu již několik let, do popředí však nyní zasahuje i výroba a instalace kondenzačních peletovým kotlů, jejich provozní účinnost se zvyšuje o dalších 8,5%. Princip zvýšené účinnosti je dán využitím zkondenzováním spalín a ohřátím vratné vody otopného systému. Výrobci uvádějí účinnost 107%. Takováto účinnost je samozřejmě nereálná, perpertuum mobile nefunguje. Výrobci však nelžou a udávají fakt, kdy uvažují účinnost podle výhřevnosti. Pokud chceme hovořit o skutečné a důvěryhodné účinnosti měli bychom hovořit o účinnosti vzhledem ke spalnému teplu. Význam spočívá v tom, že spaliny vzniklé spálením peletek se nechají ještě zkondenzovat a zkondenzované teplo nám předejde vratnou vodu ze soustavy a účinnost kotle se takto zvýší. Koupí a instalaci kondenzačního peletového kotle je potřeba konzultovat s odborníkem a projektantem, který bude také navrhovat teplovodní soustavu.

Výhřevnost je teplo uvolněné úplným spálením jednotkového množství paliva, sloučením s kyslíkem obsaženém ve vzduchu za konstantního tlaku a teploty, přičemž se předpokládá, že všechny produkty spalování se ochladí na výchozí teplotu a jsou v plynném stavu.

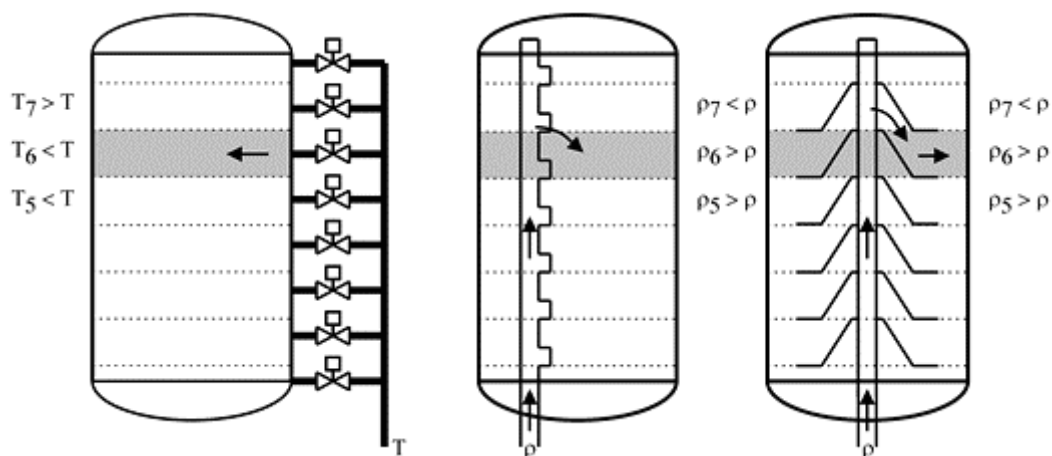
Spalné teplo je opět teplo uvolněné dokonalým spálením jednotkového množství paliva, sloučením s kyslíkem obsaženém ve vzduchu za konstantního tlaku a teploty, předpokládá se však, že spaliny budou nejenom ochlazené na původní teplotu, ale taky že páry obsažené ve spalínách zkondenzují a tím se získá kondenzační teplo těchto par a účinnost spalovacího procesu bude vyšší.

A.1.7.2 Stratifikační zásobníky

Stratifikační zásobníky jsou zásobníky tepla s řízeným teplotním vrstvením. Teplotní stratifikace je vrstvení objemu zásobníku podle teploty řízeným ukládáním tepla do vrstev o podobné nebo stejné teplotě. Řízení probíhá několika způsoby. Nejjednodušším způsobem jsou tzv. trubkové vestavby, které pracují na základě rozdílů teplot a hustoty. Využití je především u solárních soustav. Stratifikačním zásobníkem jsme schopni ušetřit elektrickou energii, jelikož topná spirála nám nemusí během slunného dne vůbec zapínat a postupným odebíráním nám stratifikační zásobník bude neustále dodávat vodu a potřebné teplotě.



Obrázek 19: Rozdíl mezi stratifikovaným a promíchaným zásobníkem [6]



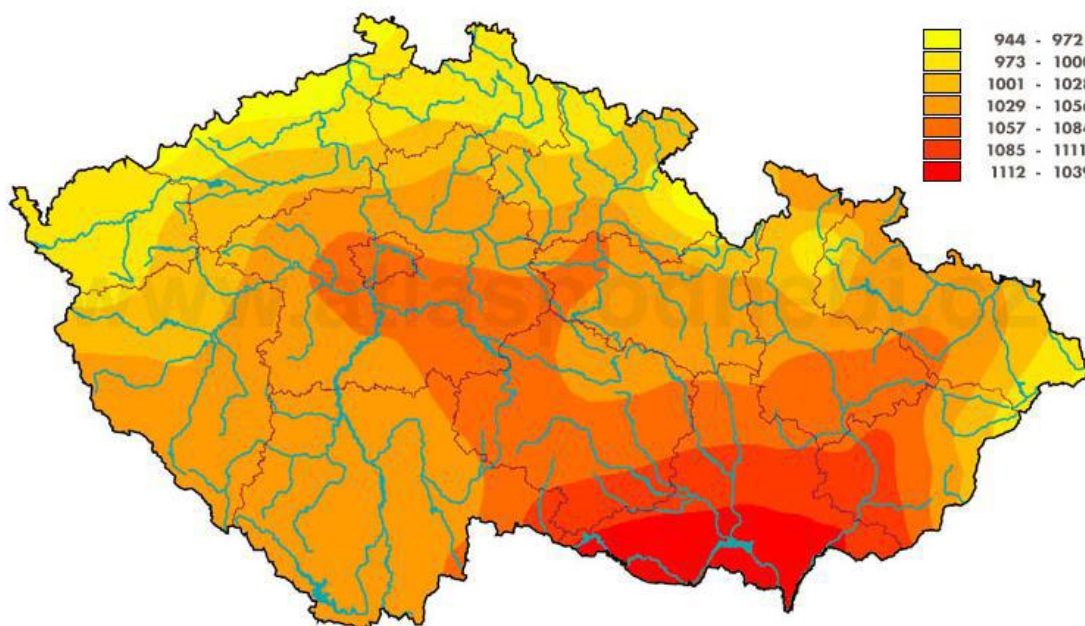
Obrázek 20: Různé způsoby řízeného teplotního vrstvení [6]

A.2 ENERGIE ZE SLUNCE

A.2.1 Množství využitelné energie v ČR

Stále více se zesiluje tlak na využití obnovitelných zdrojů energie, ke kterým patří hlavně využití biomasy (například peletek) a také Slunce. Množství využitelné energie, které dopadne v České republice za rok na plochu 1 m^2 je 1000 kWh . Aktuální průměrná cena $1 \text{ kWh} = 4,75 \text{ Kč}$. V přepočtu na průměrnou cenu elektrické energie je to 4750 Kč . V krásných jasných dnech dopadá na absorpční plochu jednoho metru čtverečního sluneční energie o výkonu okolo 900 W . Výrobci slunečních kolektorů se tuto energii logicky snaží zachytit s co největší účinností. Slunce nám tuto energii poskytuje zdarma. Soustava samozřejmě zadarmo není, pořizovací náklady nejsou nejnižší. Soustavu musí pohánět čerpadlo, které je v dnešní době velmi úsporné a provoz takového solárního systému se často vyplatí s návratností do několika let. Solární kolektory je nejlépe umísťovat na jižní, nebo jihovýchodní stranu se sklonem od 30° (výhodnější pro chladnější měsíce) po sklon 45° , který je neoptimálnější pro celoroční provoz soustavy solárního systému. Životnost solárního systému se pohybuje a předpokládá se délce minimálně 25 let. Návratnost se pohybuje okolo 5-8let dle pořizovací ceny a využití dotačního programu. Lze tedy říct, že životnost přesahuje návratnost a dobře navržený solární systém se jistě vyplatí.

Roční průměrný úhrn slunečního záření [kWh/m^2]

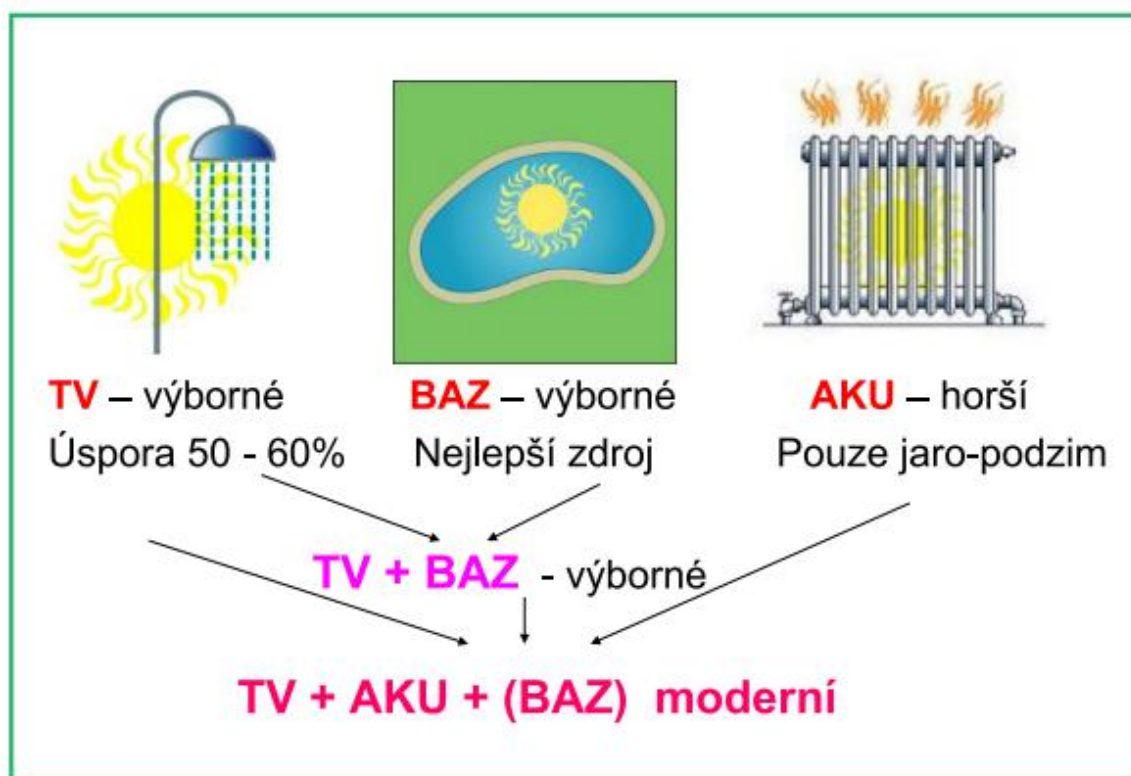


Obrázek 21: Globální záření na území ČR [10]

A.2.2 Využití solárních systémů

Nejpoužívanějším ohřevem je ohřev na teplou vodu v letních měsících roku. Spotřeba tepla pro teplou vodu je celoročně přibližně konstantní. V letních měsících, kdy rodiny odjíždějí na dovolené, navštěvují aquaparky, může dojít k úbytku potřeby teplé vody. V případě, že dochází v letních měsících k přebytkům energie a tepla, je možnost tuto přebytečnou energii předehtřívát bazény.

Další možností, méně používanou v České republice je podpora topení. Jelikož topíme nejvíce v zimě, méně pak na jaře a na podzim nelze s tímto vytápěním počítat jako s plnohodnotným. Slouží nám spíše k předehtřevu topného systému. Dalšími alternativy použití je předehtřevu větracího vzduchu, či solárně podpořené chlazení.



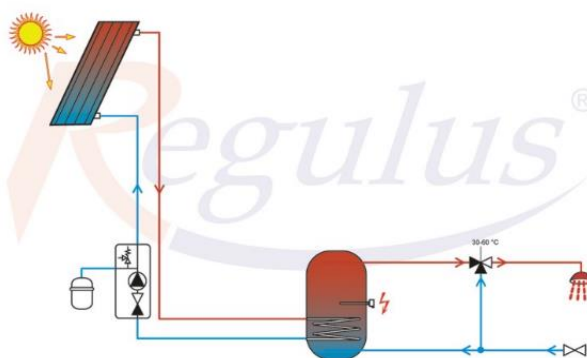
Obrázek 22: Využití solárních kolektorů [11]

A.2.3 Solární systémy a jeho prvky

Solární systém se vždy skládá ze solárních kolektorů, expanzní nádoby, čerpadlové skupiny, potrubí, zásobníku teplé vody, nebo akumulčního zásobníku, případně stratifikačního zásobníku.

Základním prvkem solárního systému je sluneční kolektor, který dokáže zachytit sluneční záření a přeměnit jej na teplo. Zachycené teplo v kolektoru je pak dále odváděno speciální nemrznoucí solární kapalinou do spotřebiče solární energie. Spotřebič solární energie je nejčastěji zásobník teplé vody, ve kterém se přímo ohřívá voda, nebo to může být akumulční nádrž, ve které se ohřívá otopná voda pro vytápění objektu, stratifikační zásobník, nebo spotřebičem může být například bazén.

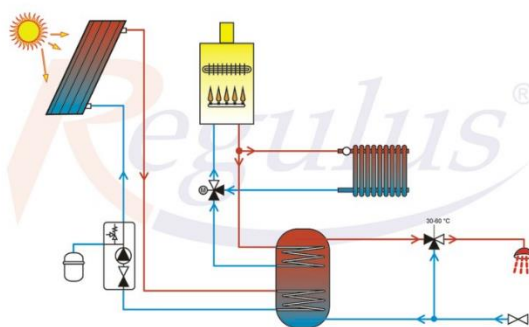
Pro dohřev teplé vody nebo vytápění je vždy nutné k solárnímu systému instalovat klasický dohřívací zdroj, na přiloženém obrázku je to elektrická topná těleso, které se většinou instaluje přímo do solárního zásobníku či akumulční nádrže.



Obrázek 23: Dohřev zásobníku elektrickým zdrojem [12]

Aby bylo možno přenášet teplo z kolektorů do zásobníku, musí být součástí každého solárního systému oběhové čerpadlo, které zajišťuje cirkulaci solárního okruhu. Oběhové čerpadlo je součástí solární čerpadlové skupiny, ve které jsou další nutné komponenty solárního okruhu - pojistný ventil, průtokoměr (nemusí být), zpětná klapka a plnicí armatury.

Do čerpadlové skupiny je také zapojena solární expanzní nádoba. Jelikož solární systém může zásobník nahřát i na teploty kolem 90°C, je nutné na výstup teplé vody ze zásobníku nebo akumulční nádrže instalovat termostatický směšovací ventil, který udržuje výstupní teplou vodu na bezpečných teplotách. [12]



Obrázek 24: Dohřev zásobníku plynovým kotlem [12]

A.2.4 Solární kolektor

Solární kolektor, někdy také nazývaný solární panel je zařízení určené k pohlcování slunečního záření a jeho přeměně na tepelnou energii. Součástí každého kolektoru je absorbér. Absorbér je těleso z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí. Na vrchní straně je absorbér opatřen speciální tenkou vrstvou. Tato vrstva minimálně odráží a maximálně zachycuje sluneční záření a proměňuje na tepelnou energii.

Pro ohřev teplé vody rozlišujeme dva typy solárních kolektorů.

- Solární kolektory ploché
- Solární kolektory trubicové

A.2.4.1 Solární kolektory ploché

Solární ploché kolektory se obecně vyznačují plochou aperturou (zasklením) a přibližně plochým absorbérem. Tepelně vodivý, zpravidla kovový absorbér, může být celoplošný (tvořený jedním plechem) nebo dělený (lamely). Současným standardem jsou ploché sluneční kolektory se selektivním povrchem absorbéru, typy s neselektivním povrchem se na trhu objevují pouze okrajově.

Absorpční plocha je navařena (ultrazvukově, laserově) nebo nalisována na trubkovém registru, kterým je teplosnosnou kapalinou odváděno využitelné teplo. Rám kolektoru (kolektorová skříň, kolektorová vana) je buď výlisek, nebo je složený z profilů a podle potřeby vyplněn tepelnou izolací. Lisovaná skříň kolektoru je těsná a vnitřní části kolektoru jsou chráněny před možností degradací vlivem vlhkosti. Skříň kolektoru skládaná z profilů je obvykle opatřena větracími otvory pro odvod vlhkosti a zamezení rosení na skle kolektoru.

Pro řešení kolektorových polí velkých solárních soustav se čím dál více uplatňují velkoplošné kolektory s plochou od 4 do 10 m². Absorbéry takových kolektorů jsou tvořeny podélnými lamelami zapojenými do ležatého trubkového registru, zasklení kolektorů je s ohledem na kompenzaci tepelné roztažnosti děleno do menších ploch. Montáž kolektorového pole z velkoplošných modulů je výrazně rychlejší vzhledem k omezenému počtu prováděných spojů. Na jednoho montážního pracovníka a den je možné nainstalovat cca 50m² velkoplošných kolektorů oproti 20m² maloplošným. V případě řešení velkoplošných solárních soustav pro bytové domy je výhodné pro dopravu jak velkoplošných, tak maloplošných kolektorů na střechu nebo fasádu použít jeřáb. [13]

plochý nekrytý kolektor - plastová rohož bez zasklení s vysokými tepelnými ztrátami závislými na venkovních podmínkách, zvláště na rychlosti proudění větru; nekryté kolektory jsou proto určeny hlavně pro ohřev bazénové vody o nízké teplotní úrovni [13]



Obrázek 25: Bazénové absorbéry jako rohože z materiálu odolného vůči UV záření [14]

plochý selektivní kolektor

Zasklený deskový kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně selektivním povlakem a s tepelnou izolací na boční a zadní straně kolektorové skříně. Vzhledem k výrazně sníženým tepelným ztrátám sáláním absorbéru se ploché selektivní kolektory využívají pro solární ohřev vody a vytápění celoročně. Na trhu široce rozšířen. [13]

plochý vakuový kolektor

Zasklený deskový kolektor v těsném provedení s kovovým absorbérem se spektrálně selektivním povlakem a tlakem uvnitř kolektoru nižším než atmosférický tlak v okolí kolektoru (absolutní tlak cca 1 až 10 kPa) pro zajištění nízké celkové tepelné ztráty; ploché vakuové kolektory jsou určeny pro celoroční solární ohřev vody a vytápění, případně průmyslové aplikace s provozními teplotami okolo 100 °C. [13]



Obrázek 26: Konstrukce plochého atmosférického a plochého vakuového kolektoru [15]

plochý neselektivní kolektor

Zasklený deskový kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně neselektivním povlakem (např. černým pohltivým nátěrem). Neselektivní kolektory mohou být vzhledem ke značným tepelným ztrátám vlivem sálání absorbéru v zimním období využity pouze pro sezónní přehřev vody při nízké teplotní úrovni. Na trhu se v současné době nevyskytují. [13]

A.2.4.2 Trubkové vakuové

Trubkové vakuové jsou obecně kolektory s válcovou aperturou (zasklením), u kterých je prostor mezi absorbérem a zasklením vakuován na extrémně nízký tlak pod 10^{-3} Pa. Trubkové vakuové kolektory dosahují kombinaci vakuové izolace a nízkoemisivního povrchu absorbéru velmi nízkých tepelných ztrát i při vysokých rozdílech teplot mezi absorbérem a okolním prostředím. Umožňují tak využít slunečního záření i při vysokých provozních teplotách, např. v oblasti průmyslového a technologického tepla nebo solárního chlazení.

Termín trubkový vakuový kolektor je relativně široký pojem, který zahrnuje velké množství různých konstrukčních provedení. [13]

trubkový jednotěnný vakuový kolektor

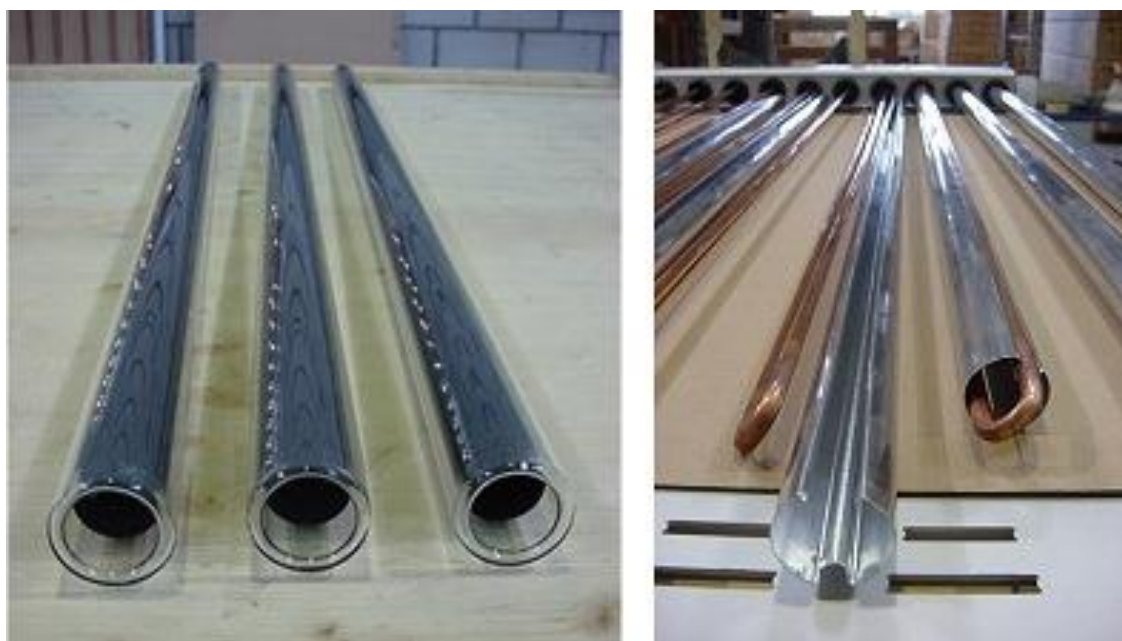
Kolektor s plochým spektrálně selektivním absorbérem umístěným ve vakuované skleněné trubce, výrazné omezení tepelných ztrát (nízkoemisivní absorbér, vakuová izolace) a vysoký přenos tepla z absorbéru do teplotnosné kapaliny svařovaným spojem poskytuje vysokou účinnost kolektoru v celém teplotním rozsahu, kolektor je použitelný pro většinu aplikací, avšak vzhledem k relativně vysoké ceně především pro kombinované soustavy pro vytápění či průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad $100\text{ }^{\circ}\text{C}$). [13]



Obrázek 27: Trubkové jednotěnné vakuových kolektory: s přímo protékajícím koncentrickým [16]

trubkový dvojitěnný (Sydney) vakuový kolektor

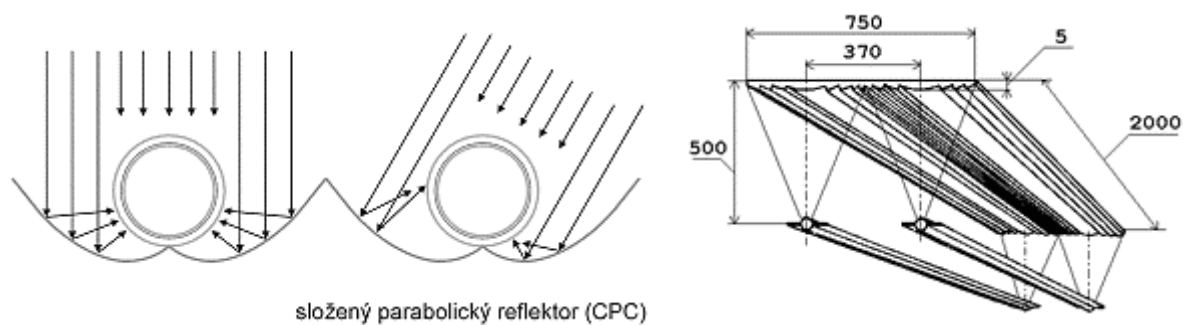
Kolektor s válcovým spektrálně selektivním absorbérem (absorpční skleněná trubka) umístěným ve vakuované skleněné trubce (absolutní tlak $< 10^{-3}$ Pa). Vzhledem k problematickému zajištění přenosu tepla z absorpční trubky do teplonosné kapaliny pomocí hliníkové teplosměnné lamely se Sydney kolektory vyznačují obecně nižší účinnostmi při nízkých teplotách (např. oproti plochým kolektorům) a používají se především pro kombinované soustavy pro vytápění či průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad 100 °C). [13]



Obrázek 28: Trubkový dvojitěnný vakuový kolektor – Sydney [6]

soustředující (koncentrační) kolektor

Obecně kolektor, ve kterém jsou použita zrcadla (reflektory), čočky (refraktory) nebo další optické prvky k usměrnění a soustředění přímého slunečního záření, procházejícího aperturou kolektoru, do ohniska (absorbéru) o výrazně menší ploše než je vlastní plocha apertury. Ploché kolektory vybavené vnějším zrcadlem nebo kolektory s vakuovanými Sydney trubkami opatřené reflektorem jsou rovněž považovány za soustředující kolektory. Pro účinné použití koncentračních kolektorů je základní podmínkou dostatek energie přímého slunečního záření během roku. [13]



Obrázek 29: Koncentrační solární kolektory pro aplikace v budovách [6]

Nejčastějšími typy kolektorů, se kterými je možné se na trhu v ČR setkat jsou bazénové nekryté absorbéry (40 až 50 tis. m² v roce 2008), ploché atmosférické selektivní kolektory (26,5 tis. m² v roce 2008) a trubkové vakuové kolektory, často také nazývané trubicové (8,5 tis. m² v roce 2008). Koncentrační kolektory tvoří zatím na českém trhu zanedbatelný podíl. [6]

A.2.5 Solární zásobníky

Zásobníky tepla hrají v solární technice významnou roli, často se o nich hovoří jako o srdci solární soustavy. Slouží pro akumulaci tepelné energie přiváděné z kolektorů nepravidelně podle klimatických podmínek pro pozdější využití při proměnlivém odběru. Z praxe vyplývá poznatek, že solární soustava se sebelepším solárním kolektorem v kombinaci s nevhodně navrženým zásobníkem bude vykazovat nízké celkové zisky a zajistí nízké pokrytí potřeby tepla. Ekonomicky přijatelnými pro praktická řešení solárních soustav v bytových domech jsou vodní zásobníky.

A.2.5.1 Rozdělení podle účelu

Podle účelu použití lze rozlišit

- zásobníky teplé vody
- zásobníky tepla (otopné vody)

Zásobníky teplé vody

Zásobníky teplé vody slouží k akumulaci tepla přímo do připravované teplé vody a podléhají hygienickým požadavkům na pitnou vodu. Zásobník musí být na vnitřní straně ve styku s vodou opatřen povrchovou úpravou s hygienickým atestem a vysokou trvanlivostí nebo vyroben z nerezové oceli. Zatímco běžné smaltované zásobníky se cenově příliš neliší od jednoduchých ocelových nádrží, nerezové zásobníky jsou podstatně dražší (více než dvojnásobně).

Zásobníky tepla (otopné vody)

Pro akumulaci tepla se využívá běžných ocelových nádrží bez vnitřní úpravy. Zásobníků tepla lze využít jak pro solární soustavy k přípravě teplé vody tak pro kombinované soustavy s přitápěním. Řešení se zásobníky tepla pak pro přípravu teplé vody využívá externích deskových výměníků pro průtokový ohřev vody.

A.2.5.2 Rozdělení podle konstrukce

Podle konstrukce se zásobníky dělí

- na tlakové
- beztlakové.

Tlakové zásobníky

Tlakové zásobníky jsou konstrukčně navrženy a vyrobeny pro provoz za tlaků běžných ve vodovodním rozvodu (zásobníky teplé vody, 0,6 až 1 MPa) nebo v otopné soustavě (zásobníky tepla, 250 až 300 kPa). Sériová produkce zásobníků ve výrobním závodě pod konkrétní obchodní značkou zpravidla zajišťuje kvalitu provedení především s ohledem na tlakovou odolnost spojů.

Pro udržení tlaku v přípustných mezích při objemových změnách vlivem teplotní roztažnosti vody vyžadují tlakové vodní zásobníky expanzní nádobu zpravidla o velikosti 5 až 6 % akumulačního objemu. V případě napojení rozvodů potrubí na zásobníky tepla, např. otopných soustav je nutné objem expanzní nádoby stanovit výpočtem na základě údajů o připojeném objemu a tlakových poměrech v síti.

Beztlaké zásobníky

U beztlakých zásobníků tepla je výhodou menší tlakové namáhání a z toho vyplývající menší potřebné tloušťky stěn ocelových zásobníků nebo použití lehkých a levnějších materiálů např. plastů, sklolaminátu, apod. Používají se zvláště u větších objemů či rekonstrukcí, kde je potřeba umístit velkoobjemový zásobník ve špatně dostupných prostorech a je nutné jej sestavit na místě. Výroba na místě klade požadavky na přísnou kontrolu provedené práce.

U beztlakých zásobníků tepla odpadá instalace expanzní nádoby. Změna objemu vodní náplně vlivem teploty se v zásobníku projeví změnou výšky volné hladiny. Na druhé straně, z důvodu styku vodního objemu s okolním vzduchem je nutné beztlaký zásobník vůči soustavě přípravy teplé vody nebo otopné soustavě oddělit dalším výměníkem, což snižuje využitelnou teplotu naakumulovaného tepla ze solární soustavy. [13]

A.2.6 Oběhová čerpadla

V převážné většině solárních soustav navrhovaných v České republice se využívá nuceného oběhu teplosměnné látky pro přenos energie (tepelného zisku) ze solárního kolektoru do místa spotřeby (zásobníku tepla), který zajišťují oběhová čerpadla. Při návrhu solárních soustav je nutné si uvědomit, že čerpací práce oběhových čerpadel potřebná pro pohon soustav během roku je "hrazena" elektrickou energií. To ve svém důsledku může snižovat nejen ekonomické parametry využití sluneční energie (ekonomickou návratnost), ale také čisté energetické zisky (energetickou návratnost) z hlediska využití primární energie. [6]

A.2.7 Expanzní nádoba

Solární kapalina (glykolová směs – Kolekton P Super) se při změně teploty v systému roztahuje. Při zvýšení teploty je potřeba nadbytečnou kapalinu ze systému odstranit někam uložit). Naopak při ochlazení je potřeba chybějící kapalinu do systému dodat. Aby nedocházelo při zvyšování tlaku v systému k vypouštění přebytečné vody přes pojistné armatury, je do solárního systému zařazena expanzní nádoba.

Pro solární systémy se používají zásadně uzavřené nádoby. Jedná se o tlakovou nádobu válcového tvaru, kde vnitřní prostor je rozdělen pryžovou membránou na 2 části – prostor kapaliny a prostor plynu. Membrána musí být odolná na směs glykolu a měla by vydržet nárazovou teplotu 120°C.

Expanzní nádoba se pro solární systémy musí počítat na 2 stavy:

- 1) Zvětšení objemu kapaliny v systému vlivem teplotní roztažnosti.
- 2) Vytlačená voda z kolektorů při vzniku páry [6]

B VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Analýza objektu

Novostavba bytového domu se bude nacházet v obci Hovězí, 10km od vzdáleného města Vsetín. Objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. V každém nadzemním podlaží jsou dvě bytové jednotky, celkem tedy 8 bytových jednotek. V podzemním podlaží je technická místnost, místnost pro skladování paliva a kóje pro bytové jednotky.

Konstrukční systém budovy je stěnový. Obvodové zdivo je z cihel POROTHERM. Okna budou dřevěná, stejně jako vstupní dveře do objektu. V objektu budou dvě instalační šachty, které budou umístěny vždy v místnosti se záchodem. V těchto instalačních šachtách povedou kromě rozvodu potrubí pro vytápění také kanalizace, i rozvod teplé a studené vody.

Potřebné hodnoty pro výpočet ztrát bytového domu je vnitřní teplota v obytných místnostech 20 °C, na chodbách 15 °C a v koupelně 24 °C. Výpočtová venkovní teplota je -15 °C. Větrání bude přirozené. Vytápění bude provedeno dvourubkovou teplovodní soustavou s teplotním rozdílem 55/45 °C.

Budou zpracovány dvě varianty vytápění. První varianta bude levnější kotelna s plynovým kotlem pro vytápění i ohřev teplé vody. Druhou variantou bude využití obnovitelných zdrojů energie. OZE bude peletový kotel a částečný ohřev teplé vody bude pokryt solárním systémem.

B.2 Výpočet součinitelů prostupu tepla

Výpočet součinitelů prostupu tepla byl proveden pomocí programu PROTECH.

Přehled konstrukcí

Stavba: VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

Místo: Hovězí

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka: Bytový dům

Archiv:

Projektant: Radek Kašpar

Datum: 20.2.2015

E-mail: radekaspar@seznam.cz

Telefon: 739090133

Neprůsvitné konstrukce

OK	ZZ	U W/(m ² ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z _{TM}	λ _{ekv} W/(m·K)	R _v m ² ·K/W
stěna ochlazovaná										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m ² ·K)		e ₁ = 1.00		e1.UN,20 = 0.30 W/(m ² ·K)						
SO1	Z	0,232	R _{si}		Odpor při přestupu					0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,880	0,03	0,906	0,011
			215a-001	Z vr.	POROTHERM 50 Hi Profi DRYFIX	500	0,088	0,25	0,110	4,542
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990	0,09	1,079	0,009
			431-001	Z vr.	SilikatColor	3	0,700	0,03	0,721	0,004
			R _{se}		Odpor při přestupu					0,040
		U = 0,232		Σ		523				4,736
stěna vnitřní 150										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m ² ·K)		e ₁ = 1.00		e1.UN,20 = 2.70 W/(m ² ·K)						
SN1	Z	1,288	R _{si}		Odpor při přestupu					0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,700		0,700	0,014
			215j-003	Z vr.	POROTHERM 14 P+D	140	0,280		0,280	0,500
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,700		0,700	0,014
			R _{se}		Odpor při přestupu					0,130
		U = 1,288		Σ		160				0,789
stěna vnitřní 300										
Korekční činitel: ΔU = 0.00 W/(m ² ·K)		e ₁ = 1.00		e1.UN,20 = 2.70 W/(m ² ·K)						
SN3	Z	0,681	R _{si}		Odpor při přestupu					0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,700		0,700	0,014
			215e-003	Z vr.	POROTHERM 30 P+D	300	0,260		0,260	1,180
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,700		0,700	0,014
			R _{se}		Odpor při přestupu					0,130
		U = 0,681		Σ		320				1,469

OK	ZZ	U W/(m ² ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z _{TM}	λ _{ekv} W/(m·K)	R _v m ² ·K/W
podlaha										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m ² ·K) e ₁ = 1.00 e1.UN,20 = 0.75 W/(m ² ·K)										
PDL2	Z	0,234	R _{si}		Odpor při přestupu					0,100
			130-07	Z vr.	Linoleum	2	0,190		0,190	0,011
			107b-033	Z vr.	XPS - vytlač. polystyren (25)	150	0,037		0,037	4,054
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,050		1,050	0,095
			215m-004	Z vr.	MIAKO 250 mm	250	0,862		0,862	0,290
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,700		0,700	0,014
			R _{se}		Odpor při přestupu					0,100
		U = 0,234		Σ		512				4,664
strop v nejvyšším patře										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m ² ·K) e ₁ = 1.00 e1.UN,20 = 0.60 W/(m ² ·K)										
STR1	Z	0,351	R _{si}		Odpor při přestupu					0,100
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	10	0,700		0,700	0,014
			215m-004	Z vr.	MIAKO 250 mm	250	0,862		0,862	0,290
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,050		1,050	0,095
			107-013	Z vr.	Polystyren pěnový EPS (20)	100	0,043		0,043	2,326
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,050		1,050	0,095
			R _{se}		Odpor při přestupu					0,100
		U = 0,351		Σ		560				3,020

Poznámka:

ZTM – činitel tepelných mostů. Je určen k přepočítání výrobci uváděné λ_D na λ_{ekv} , která pak zohledňuje vliv nasákavosti stavebních izolací. Hodnota ZTM může být pro různé druhy izolačních materiálů předepsána metodikou výpočtu. Součinitel ZTM umožňuje také zohlednit vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, rámovou konstrukcí atp. Jednotlivé hodnoty ZTM se sečtou a zadají jednou hodnotou do sl. ZTM. Pro výpočet platí vztah $\lambda_{ekv} = \lambda \cdot (1 + \Sigma ZTM)$

SO1 - Stanovení hodnoty ZTM

č.v.	Materiál	λ W/(m·K)	Podíl %	Z _{TM} Vlhkost	Z _{TM} Kotvení	Z _{TM} Nehomogenní vrstvy	Z _{TM} Celkem
1	Omítka vápenná	0,880		0,03	0,00	0,00	0,03
2a	POROTHERM 50 Hi Profi DRYFIX	0,088	98	0,03	0,00	0,25	0,25
2b	Malta cementová	1,160	2				
3	Omítka vápenocement.	0,990		0,09	0,00	0,00	0,09
4	SilikatColor	0,700		0,03	0,00	0,00	0,03

Nehomogenní vrstvy

V případě, že se v hlavní izolační vrstvě Xa se vyskytuje materiál Xb, případně další (Xc, Xd ...), pak jejich vliv na součinitel tepelné vodivosti charakteristické výše vyjadřuje součinitel ZTM-N (nehomogenní vrstvy). Vliv vlhkosti na hlavní izolační vrstvu lze zadat pomocí údaje ZTM-V.

Výplně otvorů

OK	Var	ZZ	U W/(m ² ·K)	UN,20 W/(m ² ·K)	x m	y m	i _{LV} m ² ·s ⁻¹ ·Pa * 10 ⁴	LS m	g	FF %
dveře vchodové 2x2,15										
DO1	V1	0	1,700	1,700	2,00	2,15	0,000	8,30	0,67	0,0
dveře 0,8x1,97										
DN2	V1	0	3,000	3,500	0,80	1,97	0,000	2,77	0,67	0,0
okno zdvojené 1,75x1,5										
OZ1	V1	K	1,500	1,500	1,75	1,50	0,000	3,25	0,67	0,3
okno zdvojené 2x1,5										
OZ2	V1	0	1,500	1,500	2,00	1,50	0,000	7,00	0,67	0,0
Okno zdvojené 1,25x1,5										
OZ3	V1	0	1,500	1,500	1,25	1,50	0,000	5,50	0,67	0,0

Tepelný odpor

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008

SO1

Stěna - vnější

Poznámka:
stěna ochlazovaná

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$ °C

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{di} = 1\,368$ Pa $p'_{di} = 2\,487$ Pa

$\theta_{se} = -15,0$ °C $\varphi_{se} = 84,0$ % $R_{se} = 0,040$ m²·K/W $p_{dse} = 139$ Pa $p'_{dse} = 165$ Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250$ m²·K/W

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	k_μ	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,03	0,090	1,0	2,2
2	215a-001		POROTHERM 50 Hi Profi DRYFIX	650	1 000,0	5,0	1,000	0,088	0,088	0,25		1,0	2,2
3	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,09	0,070	1,0	2,2
4	431-001		SilikatColor	1 600	800,0	40,0	1,000	0,700	0,700	0,03		1,0	3,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Stanovení hodnoty ZTM

1	4	16	21	22	23	24	10
č.v.	Materiál	λ W/(m·K)	Podíl %	Z_{TM} Vlhkost	Z_{TM} Kotvení	Z_{TM} Nehomogenní vrstvy	Z_{TM} Celkem
1	Omítka vápenná	0,880		0,03	0,00	0,00	0,03
2a	POROTHERM 50 Hi Profi DRYFIX	0,088	98	0,03	0,00	0,25	0,25
2b	Malta cementová	1,160	2				
3	Omítka vápenocement.	0,990		0,09	0,00	0,00	0,09
4	SilikatColor	0,700		0,03	0,00	0,00	0,03

V ploše hlavní izolační vrstvy Xa se vyskytuje materiál Xb, případně další (Xc, Xd ...), jejichž vliv na součinitel tepelné vodivosti charakteristické výseče vyjadřuje součinitel ZTM-N (nehomogenní vrstvy). Vliv vlhkosti na hlavní izolační vrstvu lze zadat pomocí údaje ZTM-V.

1.4 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	10,00	0,880	0,906	0,011	20,0	6,0	0,32	1 368
2	215a-001	POROTHERM 50 Hi Profi DRYFIX	Z vr.	500,00	0,088	0,110	4,542	19,9	5,0	26,56	1 354
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	1,079	0,009	-14,6	19,0	1,01	223
4	431-001	SilikatColor	Z vr.	3,00	0,700	0,721	0,004	-14,7	40,0	0,96	180

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřní líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,231$ W/(m²·K) Celková měrná hmotnost $m = 365,8$ kg/m³
Tepelný odpor $R = 4,566$ m²·K/W Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla $R_T = 4,736$ m²·K/W
Difúzní odpor $Z_p = 28,846 \cdot 10^9$ m/s

Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,23113$ W/(m²·K); Zaokrouhleno: $U = 0,231$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,300$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,250$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,973$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,037 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -2,849$ kg/m² - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:200

SN1

Stěna - mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně,

Poznámka:

stěna nosná vnitřní 150

2.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$ °C

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{di} = 1\,368$ Pa $p''_{di} = 2\,487$ Pa
 $\theta_{si} = 15,0$ °C $\varphi_{si} = 50,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{dsi} = 853$ Pa $p''_{dsi} = 1\,706$ Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250$ m²·K/W

2.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-01	5.1	Oμίτka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	0,0	0,0
2	215j-003		POROTHERM 14 P+D	870	1 000,0	5,0	1,000	0,280	0,280	0,00	0,0	0,0	0,0
3	105-01	5.1	Oμίτka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	0,0	0,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvení, rámovou konstrukcí atp.

2.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-01	Oμίτka vápenná	Z vr.	10,00	0,700	0,700	0,014	20,0	6,0	0,32	1 368
2	215j-003	POROTHERM 14 P+D	Z vr.	140,00	0,280	0,280	0,500	19,9	5,0	7,44	1 348
3	105-01	Oμίτka vápenná	Z vr.	10,00	0,700	0,700	0,014	16,1	6,0	0,32	873

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla $U = 1,288$ W/(m²·K) Celková měrná hmotnost $m = 153,8$ kg/m²
Tepelný odpor $R = 0,529$ m²·K/W Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla $R_T = 0,789$ m²·K/W
Difúzní odpor $Z_p = 8,075 \cdot 10^9$ m/s

Závěr

Součinitel prostupu tepla konstrukce **splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 1,28812$ W/(m²·K); Zaokrouhleno: $U = 1,288$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 2,700$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 1,800$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = -0,239$; $f_{Rsi} = 0,835$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,000 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

SN3

Stěna - mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně,

Poznámka:

stěna nenosná vnitřní 300

3.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$ °C

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{di} = 1\,368$ Pa $p''_{di} = 2\,487$ Pa

$\theta_{si} = 15,0$ °C $\varphi_{si} = 50,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{dsi} = 853$ Pa $p''_{dsi} = 1\,706$ Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250$ m²·K/W

3.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	0,0	0,0
2	215e-003		POROTHERM 30 P+D	840	1 000,0	5,0	1,000	0,260	0,260	0,00	0,0	0,0	0,0
3	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	0,0	0,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokem, rámovou konstrukcí atp.

3.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	10,00	0,700	0,700	0,014	20,5	6,0	0,32	1 368
2	215e-003	POROTHERM 30 P+D	Z vr.	300,00	0,260	0,260	1,180	20,4	5,0	15,94	1 358
3	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	10,00	0,700	0,700	0,014	15,6	6,0	0,32	863

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,000$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,681$ W/(m²·K) Celková měrná hmotnost $m = 284,0$ kg/m²
 Tepelný odpor $R = 1,209$ m²·K/W Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C
 Odpor při prostupu tepla $R_T = 1,469$ m²·K/W
 Difúzní odpor $Z_p = 16,575 \cdot 10^{-9}$ m/s

Závěr

Součinitel prostupu tepla konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}

$U = 0,68093$ W/(m²·K); Zaokrouhleno: $U = 0,681$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 2,700$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 1,800$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,000$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = -0,239$; $f_{Rsi} = 0,911$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,000 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohroží požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008

PDL2

Strop - z vytápěného k nevytápěnému prostoru

Poznámka:
podlaha

4.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$ °C

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,100$ m²·K/W $p_{di} = 1\,368$ Pa $p''_{di} = 2\,487$ Pa
 $\theta_{si} = 5,0$ °C $\varphi_{si} = 50,0$ % $R_{si} = 0,100$ m²·K/W $p_{dsi} = 437$ Pa $p''_{dsi} = 873$ Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250$ m²·K/W

4.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	k_μ	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	Z_1	Z_3
1	130-07	7	Linoleum	1 200	1 880,0	1 880,0	1,000	0,190	0,190	0,00		0,0	0,0
2	107b-033	3.3.3	XPS - vytlač. polystyren (25)	25	1 200,0	100,0	1,000	0,037	0,037	0,00	0,003	0,0	0,0
3	101-011	1.1.1	Beton hutný (2100)	2 100	1 020,0	17,0	1,000	1,050	1,230	0,00	0,080	0,0	0,0
4	215m-004		MIAKO 250 mm	800	800,0	5,0	1,000	0,862	0,862	0,00		0,0	0,0
5	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	0,0	0,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, rámovou konstrukcí atp.

4.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	130-07	Linoleum	Z vr.	2,00	0,190	0,190	0,011	20,7	1 880,0	19,97	1 368
2	107b-033	XPS - vytlač. polystyren (25)	Z vr.	150,00	0,037	0,037	4,054	20,6	100,0	79,69	1 231
3	101-011	Beton hutný (2100)	Z vr.	100,00	1,050	1,050	0,095	6,7	17,0	9,03	684
4	215m-004	MIAKO 250 mm	Z vr.	250,00	0,862	0,862	0,290	6,4	5,0	26,56	622
5	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	10,00	0,700	0,700	0,014	5,4	6,0	0,32	439

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,234$ W/(m²·K) Celková měrná hmotnost $m = 432,1$ kg/m²
Tepelný odpor $R = 4,464$ m²·K/W Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla $R_T = 4,664$ m²·K/W
Difúzní odpor $Z_p = 135,572 \cdot 10^9$ m/s

Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,23440$ W/(m²·K); Zaokrouhleno: $U = 0,234$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,750$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,500$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Tepelní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,535$; $f_{Rsi} = 0,979$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,000 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008

STR1

Strop - z vytápěného k nevytápěnému prostoru

Poznámka:

strop v nejvyšším patře

5.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$ °C

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,100$ m²·K/W $p_{di} = 1\,368$ Pa $p''_{di} = 2\,487$ Pa
 $\theta_{si} = 5,0$ °C $\varphi_{si} = 50,0$ % $R_{si} = 0,100$ m²·K/W $p_{dsi} = 437$ Pa $p''_{dsi} = 873$ Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250$ m²·K/W

5.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	k_μ	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	Z_1	Z_3
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	0,0	0,0
2	215m-004		MIAKO 250 mm	800	800,0	5,0	1,000	0,862	0,862	0,00	0,080	0,0	0,0
3	101-011	1.1.1	Beton hutný (2100)	2 100	1 020,0	17,0	1,000	1,050	1,230	0,00	0,080	0,0	0,0
4	107-013	7.1.3	Polystyren pěnový EPS (20)	20	1 270,0	40,0	1,000	0,043	0,044	0,00	0,002	0,0	0,0
5	101-011	1.1.1	Beton hutný (2100)	2 100	1 020,0	17,0	1,000	1,050	1,230	0,00	0,080	0,0	0,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, rámovou konstrukcí atp.

5.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	10,00	0,700	0,700	0,014	20,5	6,0	0,32	1 368
2	215m-004	MIAKO 250 mm	Z vr.	250,00	0,862	0,862	0,290	20,4	5,0	26,56	1 364
3	101-011	Beton hutný (2100)	Z vr.	100,00	1,050	1,050	0,095	18,9	17,0	9,03	990
4	107-013	Polystyren pěnový EPS (20)	Z vr.	100,00	0,043	0,043	2,326	18,4	40,0	21,25	863
5	101-011	Beton hutný (2100)	Z vr.	100,00	1,050	1,050	0,095	6,0	17,0	9,03	564

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,351$ W/(m²·K) Celková měrná hmotnost $m = 638,0$ kg/m²
Tepelný odpor $R = 2,820$ m²·K/W Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla $R_T = 3,020$ m²·K/W
Difúzní odpor $Z_p = 66,192 \cdot 10^{-9}$ m/s

Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,35109$ W/(m²·K); Zaokrouhleno: $U = 0,351$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,600$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,400$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,535$; $f_{Rsi} = 0,967$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,000 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

B.3 Výpočet tepelného výkonu jednotlivých místností

Výpočet byl proveden pomocí programu Protech.

Výpočet místností

Stavba: VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

Místo: Hovězí

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka: Bytový dům, Hovězí 1070

Archiv:

Projektant: Radek Kašpar

Datum: 20.2.2015

E-mail: radekaspar@seznam.cz

Telefon: 739090133

101 LOŽNICE

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
PDL2	Z	4,70	3,05	0,234	15	0,43	0	14,3	0,0	14,3	1,4	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 19,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,3 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 12,6 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,5 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 442 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 226 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLm} 668 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

102 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
PDL2	Z	4,70	4,22	0,234	15	0,43	0	19,9	0,0	19,9	2,0	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	26,3	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	14,2	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	11,4	$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	8,9	$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	398	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	313	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	711	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

103 OBÝVACÍ POKOJ
 $t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m^2	AO m^2	AR m^2	H $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
PDL2	Z	4,70	4,22	0,234	15	0,43	0	19,9	0,0	19,9	2,0	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	26,3	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	14,2	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	11,4	$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	8,9	$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	398	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	313	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	711	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

104 LOŽNICE
 $t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m^2	AO m^2	AR m^2	H $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
PDL2	Z	4,70	3,05	0,234	15	0,43	0	14,3	0,0	14,3	1,4	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	19,0	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	10,3	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	12,6	$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	6,5	$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	442	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	226	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	668	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

105 CHODBA

$t_i = 15\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1
PDL2	Z	11,00	1,00	0,234	10	0,33	0	11,0	0,0	11,0	0,9	14,6

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -7,6 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -227 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 0 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

106 KUCHYŇ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
PDL2	Z	4,15	3,05	0,234	15	0,43	0	12,7	0,0	12,7	1,3	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 11,6 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 406 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 1 005 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

107 KOUPELNA

$t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6
PDL2	Z	3,25	1,55	0,234	19	0,49	0	5,0	0,0	5,0	0,6	23,3

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,7 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 378 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 644 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

108 WC

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1
PDL2	Z	1,25	1,00	0,234	15	0,43	0	1,3	0,0	1,3	0,1	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 2,0 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 70 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 90 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

109 SCHODIŠTĚ

$t_i = 10\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	2,75	3,00	0,254	25	1,00	1	8,3	4,3	4,0	1,0	9,2
DO1	0	2,00	2,15	1,700	25	1,00	1	4,3	4,3	4,3	7,3	4,7

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,8 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 8,3 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 208 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 170 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 378 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

110 WC

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1
PDL2	Z	1,25	1,00	0,234	15	0,43	0	1,3	0,0	1,3	0,1	19,4

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 2,0 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 70 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 90 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

111 KOUPELNA

$t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6
PDL2	Z	3,25	1,55	0,234	19	0,49	0	5,0	0,0	5,0	0,6	23,3

Výměna vzduchuHygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem H_{Tm} 9,7 W·K⁻¹Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹**Tepelná ztráta**Prostupem Φ_{Tm} 378 WVýměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 WZátopová Φ_{RHm} 0 W**Celkem** Φ_{HLM} 644 WTepelný zisk Q_z 0 W**112 KUCHYŇ** $t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
PDL2	Z	4,15	3,05	0,234	15	0,43	0	12,7	0,0	12,7	1,3	19,4

Výměna vzduchuHygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem H_{Tm} 11,6 W·K⁻¹Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹**Tepelná ztráta**Prostupem Φ_{Tm} 406 WVýměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 WZátopová Φ_{RHm} 0 W**Celkem** Φ_{HLM} 1 005 WTepelný zisk Q_z 0 W**113 CHODBA** $t_i = 15\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1
PDL2	Z	11,00	1,00	0,234	10	0,33	0	11,0	0,0	11,0	0,9	14,6

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -7,6 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -227 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 0 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

201 LOŽNICE

$t_i = 20$ °C $t_e = -15$ °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 19,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,3 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 11,2 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,5 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 391 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 226 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 617 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

202 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20$ °C $t_e = -15$ °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 26,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 14,2 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 8,9 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 328 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 313 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 641 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

203 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 26,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 14,2 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 8,9 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 328 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 313 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 641 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

204 LOŽNICE

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 19,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,3 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 11,2 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,5 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 391 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 226 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 617 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

205 CHODBA

$t_i = 15\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -8,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -253 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLm} 0 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

206 KUCHYŇ

$t_i = 20$ °C $t_e = -15$ °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 10,3 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 362 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLm} 960 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

207 KOUPELNA

$t_i = 24$ °C $t_e = -15$ °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,1 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 356 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 622 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

208 WC

t_i = 20 °C t_e = -15 °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 1,9 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 66 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 85 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

209 SCHODIŠTĚ

t_i = 10 °C t_e = -15 °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SO1	0	2,75	3,00	0,254	25	1,00	1	8,3	3,0	5,3	1,3	9,2
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	25	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	5,3

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,8 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 6,5 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 163 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 170 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 333 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

210 WC

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 1,9 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 66 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 85 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

211 KOUPELNA

$t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,1 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 356 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 622 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

212 KUCHYŇ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 10,3 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 362 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 960 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

213 CHODBA

t_i = 15 °C t_e = -15 °C ΔB = 0 kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -8,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -253 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 0 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

301 LOŽNICE

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 19,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,3 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 11,2 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,5 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 391 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 226 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 617 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

302 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 26,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 14,2 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 8,9 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 328 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 313 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 641 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

303 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	26,3	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	14,2	$m^3 \cdot h^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	9,4	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	8,9	$W \cdot K^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	328	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	313	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	641	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

304 LOŽNICE

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m^2	AO m^2	AR m^2	H $W \cdot K^{-1}$	t_{si} $^{\circ}C$
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	19,0	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	10,3	$m^3 \cdot h^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	11,2	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	6,5	$W \cdot K^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	391	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	226	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	617	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

305 CHODBA

$t_i = 15\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m^2	AO m^2	AR m^2	H $W \cdot K^{-1}$	t_{si} $^{\circ}C$
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	14,6	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	0,0	$m^3 \cdot h^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	-8,4	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	5,0	$W \cdot K^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	-253	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	149	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	0	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

306 KUCHYŇ
 $t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m^2	AO m^2	AR m^2	H $W \cdot K^{-1}$	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	50,3	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	9,1	$m^3 \cdot h^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	10,3	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	17,1	$W \cdot K^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	362	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	599	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	960	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

307 KOUPELNA
 $t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m^2	AO m^2	AR m^2	H $W \cdot K^{-1}$	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek	V_{np}	20,0	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	V_{n50}	3,6	$m^3 \cdot h^{-1}$

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem	H_{Tm}	9,1	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	H_{Vm}	6,8	$W \cdot K^{-1}$

Tepelná ztráta

Prostupem	Φ_{Tm}	356	W
Výměnou vzduchu	Φ_{Vm}	266	W
Zátopová	Φ_{RHm}	0	W
Celkem	Φ_{HLM}	622	W
Tepelný zisk	Q_z	0	W

308 WC

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 1,9 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 66 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 85 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

309 SCHODIŠTĚ

$t_i = 10\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	2,75	3,00	0,254	25	1,00	1	8,3	3,0	5,3	1,3	9,2
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	25	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	5,3

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,8 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 6,5 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 163 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 170 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 333 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

310 WC

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹
 Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 1,9 W·K⁻¹
 Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 66 W
 Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W
 Zátopová Φ_{RHm} 0 W
Celkem Φ_{HLm} 85 W
 Tepelný zisk Q_z 0 W

311 KOUPELNA

$t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹
 Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 9,1 W·K⁻¹
 Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 356 W
 Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 W
 Zátopová Φ_{RHm} 0 W
Celkem Φ_{HLm} 622 W
 Tepelný zisk Q_z 0 W

312 KUCHYŇ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹
 Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 10,3 W·K⁻¹
 Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 362 W
 Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 W
 Zátopová Φ_{RHm} 0 W
Celkem Φ_{HLm} 960 W
 Tepelný zisk Q_z 0 W

313 CHODBA

$t_i = 15\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -8,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -253 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 0 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

401 LOŽNICE

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
STR1	Z	4,70	3,05	0,351	35	1,00	0	14,3	0,0	14,3	5,0	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 19,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,3 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 16,2 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,5 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 567 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 226 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 793 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

402 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
STR1	Z	4,70	4,22	0,351	35	1,00	0	19,9	0,0	19,9	7,0	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 26,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 14,2 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 16,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 8,9 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 572 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 313 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 885 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

403 OBÝVACÍ POKOJ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,22	3,00	0,254	35	1,00	1	12,7	3,0	9,7	2,5	18,9
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	13,4
SN3	Z	4,22	3,00	0,681	5	0,14	1	12,7	1,6	11,1	1,1	19,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
STR1	Z	4,70	4,22	0,351	35	1,00	0	19,9	0,0	19,9	7,0	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 26,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 14,2 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 16,4 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 8,9 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 572 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 313 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 885 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

404 LOŽNICE

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SO1	0	4,70	3,00	0,254	35	1,00	0	14,1	0,0	14,1	3,6	18,9
SN3	Z	3,05	3,00	0,681	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	0,7	19,6

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
STR1	Z	4,70	3,05	0,351	35	1,00	0	14,3	0,0	14,3	5,0	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 19,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,3 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 16,2 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,5 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 567 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 226 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 793 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

405 CHODBA

t_i = 15 °C t_e = -15 °C $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1
STR1	Z	11,00	1,00	0,351	30	1,00	0	11,0	0,0	11,0	3,9	13,7

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -4,6 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -137 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 12 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

406 KUCHYŇ

t_i = 20 °C t_e = -15 °C $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
STR1	Z	4,15	3,05	0,351	35	1,00	0	12,7	0,0	12,7	4,4	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 14,8 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 517 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLm} 1 116 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

407 KOUPELNA

t_i = 24 °C t_e = -15 °C ΔB = 0 kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6
STR1	Z	3,25	1,55	0,351	39	1,00	0	5,0	0,0	5,0	1,8	22,3

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 10,9 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 425 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLm} 691 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

408 WC

t_i = 20 °C t_e = -15 °C ΔB = 0 kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1
STR1	Z	1,25	1,00	0,351	35	1,00	0	1,3	0,0	1,3	0,4	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 2,3 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 81 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 101 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

409 SCHODIŠTĚ

t_i = 10 °C t_e = -15 °C ΔB = 0 kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SO1	0	2,75	3,00	0,254	25	1,00	1	8,3	3,0	5,3	1,3	9,2
OZ2	0	2,00	1,50	1,500	25	1,00	1	3,0	3,0	3,0	5,2	5,3
STR1	Z	5,50	2,75	0,351	25	1,00	0	15,1	0,0	15,1	5,3	8,9

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 10,8 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 11,8 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 295 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 170 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 466 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

410 WC

t_i = 20 °C t_e = -15 °C ΔB = 0 kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t _{si} °C
SN1	Z	1,00	3,00	1,288	5	0,14	1	3,0	1,6	1,4	0,3	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
SN1	Z	1,25	3,00	1,288	-4	-0,11	0	3,8	0,0	3,8	-0,6	20,6
SO1	0	1,00	3,00	0,254	35	1,00	0	3,0	0,0	3,0	0,8	18,9
SN3	Z	1,25	3,00	0,681	10	0,29	0	3,8	0,0	3,8	0,7	19,1
STR1	Z	1,25	1,00	0,351	35	1,00	0	1,3	0,0	1,3	0,4	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 1,7 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 2,3 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,6 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 81 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 20 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 101 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

411 KOUPELNA

$t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN1	Z	1,55	3,00	1,288	9	0,23	0	4,7	0,0	4,7	1,4	22,6
SN1	Z	3,25	3,00	1,288	4	0,10	0	9,8	0,0	9,8	1,3	23,4
SO1	0	1,55	3,00	0,254	39	1,00	1	4,7	1,9	2,8	0,7	22,8
OZ3	0	1,25	1,50	1,500	39	1,00	1	1,9	1,9	1,9	3,2	16,7
SN1	Z	1,75	3,00	1,288	4	0,10	0	5,3	0,0	5,3	0,7	23,4
SN1	Z	1,35	3,00	1,288	9	0,23	1	4,1	1,6	2,5	0,7	22,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	9	0,23	1	1,6	1,6	1,6	1,1	20,6
STR1	Z	3,25	1,55	0,351	39	1,00	0	5,0	0,0	5,0	1,8	22,3

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 20,0 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 3,6 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 10,9 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 6,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 425 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 266 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 691 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

412 KUCHYŇ

$t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	0	4,15	3,00	0,254	35	1,00	0	12,5	0,0	12,5	3,2	18,9
SO1	0	3,05	3,00	0,254	35	1,00	1	9,1	2,6	6,5	1,7	18,9
OZ1	K	1,75	1,50	1,500	35	1,00	1	2,6	2,6	2,6	4,5	13,4
SN1	Z	3,40	3,00	1,288	-4	-0,11	0	10,2	0,0	10,2	-1,5	20,6
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	5	0,14	0	2,3	0,0	2,3	0,4	19,2
SN1	Z	3,05	3,00	1,288	5	0,14	1	9,1	1,6	7,6	1,4	19,2
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,7	18,1
STR1	Z	4,15	3,05	0,351	35	1,00	0	12,7	0,0	12,7	4,4	18,5

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 50,3 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 9,1 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 14,8 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 17,1 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 517 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 599 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLM} 1 116 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

413 CHODBA

$t_i = 15\text{ °C}$ $t_e = -15\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 19111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN3	Z	5,90	3,00	0,681	-5	-0,17	2	17,7	3,2	14,5	-1,7	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	2	3,2	3,2	3,2	-1,6	16,9
SO1	0	1,20	3,00	0,254	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,9	14,0
SN1	Z	3,17	3,00	1,288	-5	-0,17	1	9,5	1,6	7,9	-1,7	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN1	Z	0,75	3,00	1,288	-5	-0,17	0	2,3	0,0	2,3	-0,5	15,8
SN1	Z	1,70	3,00	1,288	-9	-0,30	0	5,1	0,0	5,1	-2,0	16,4
SN1	Z	1,50	3,00	1,288	-5	-0,17	1	4,5	1,6	2,9	-0,6	15,8
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-9	-0,30	1	1,6	1,6	1,6	-1,4	18,4
SN3	Z	1,00	3,00	0,681	-5	-0,17	1	3,0	1,6	1,4	-0,2	15,4
DN2	0	0,80	1,97	3,000	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,8	16,9
SN3	Z	3,60	3,00	0,681	5	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,0	14,6
DN2	0	0,80	1,97	3,000	5	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,8	13,1
STR1	Z	11,00	1,00	0,351	30	1,00	0	11,0	0,0	11,0	3,9	13,7

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 14,6 m³·h⁻¹

Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} -4,6 W·K⁻¹

Výměnou vzduchu H_{Vm} 5,0 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} -137 W

Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 149 W

Zátopová Φ_{RHm} 0 W

Celkem Φ_{HLm} 12 W

Tepelný zisk Q_z 0 W

B.4 ENB – obálka

Stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy podle vyhlášky č.78/2013. Průměrný součinitel bytového domu je 0,41 W/m²K a je zařazen do kategorie C, úsporná. Výpočet byl proveden pomocí programu Protech.

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ		PODÍL ENERGO NOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII	
Opatření pro	Stanovena	Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>		
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>		
Střechu:	<input type="checkbox"/>		
Podlahu:	<input type="checkbox"/>		
Vytápění:	<input type="checkbox"/>		
Chlazení / klimatizaci:	<input type="checkbox"/>		
Větrání:	<input type="checkbox"/>		
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>		
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>		
Jiné:	<input type="checkbox"/>		

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m²·K)	Dílčí dodané energie					
		Měrné hodnoty kWh(m ² ·rok)					
Mimořádně úsporná	A						
	B						
	C						
	0,41						
	D						
	E						
	F						
	G						
Mimořádně ne hospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok							

Zpracovatel: Radek Kašpar	Osvědčení č.:
Kontakt: radekasp@seznam.cz	Vyhotoveno dne: 25.03.2015
	Podpis:

Obrázek 30: ENB - obálka budovy

B.5 Návrh otopných ploch

Návrh byl proveden pomocí programu PROTECH. Teplotní spád 55/45°C. V obytných místnostech byly navrhovány desková otopná tělesa od firmy KORADO, typ RADIK s výškou 600mm. Většina deskových těles jsou v provedeních VK, výjimečně však i ve variantě VKL pro menší délky potrubí a kratší vzdálenosti ke stoupacímu potrubí. Do koupelny byla navržena trubková otopná tělesa od stejného výrobce.

Seznam místností

Provozní skupina číslo 1			ÚSEK 1			$t_{w1} = 55,0\text{ °C}$		$\Delta t = 10,0\text{ K}$		
Číslo místnosti	Popis	t_i °C	Q_{Mu} W	Q_{Mi} W	Q_{Mi} %	Číslo	Specifikace	$tw1/dt$ °C/K	Q W	L_T mm
101	LOŽNICE	20	668	718	107,5	101-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
102	OBÝVACÍ POKOJ	20	711	718	100,9	102-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
103	OBÝVACÍ POKOJ	20	711	718	100,9	103-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
104	LOŽNICE	20	668	718	107,5	104-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
105	CHODBA	15	0	0						
106	KUCHYŇ	20	1 005	1 044	103,9	106-01	21-060160-60	55/10	1044	1 600
107	KOUPELNA	24	644	643	99,8	107-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
108	WC	20	90	0	0,0					
109	SCHODIŠTĚ	10	378	449	118,7	109-01	11-060060-60	55/10	449	600
110	WC	20	90	0	0,0					
111	KOUPELNA	24	644	643	99,8	111-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
112	KUCHYŇ	20	1 005	1 044	103,9	112-01	21-060160-60	55/10	1044	1 600
113	CHODBA	15	0	0						
201	LOŽNICE	20	617	615	99,6	201-01	11-060120-60	55/10	615	1 200
202	OBÝVACÍ POKOJ	20	641	718	111,9	202-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
203	OBÝVACÍ POKOJ	20	641	718	111,9	203-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
204	LOŽNICE	20	617	615	99,6	204-01	11-060120-60	55/10	615	1 200
205	CHODBA	15	0	0						
206	KUCHYŇ	20	960	1 044	108,7	206-01	21-060160-60	55/10	1044	1 600
207	KOUPELNA	24	622	643	103,4	207-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
208	WC	20	85	0	0,0					
209	SCHODIŠTĚ	10	333	449	134,8	209-01	11-060060-60	55/10	449	600
210	WC	20	85	0	0,0					
211	KOUPELNA	24	622	643	103,4	211-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
212	KUCHYŇ	20	960	1 044	108,7	212-01	21-060160-60	55/10	1044	1 600
213	CHODBA	15	0	0						
301	LOŽNICE	20	617	615	99,6	301-01	11-060120-60	55/10	615	1 200
302	OBÝVACÍ POKOJ	20	641	718	111,9	302-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
303	OBÝVACÍ POKOJ	20	641	718	111,9	303-01	11-060140-60	55/10	718	1 400
304	LOŽNICE	20	617	615	99,6	304-01	11-060120-60	55/10	615	1 200
305	CHODBA	15	0	0						
306	KUCHYŇ	20	960	1 044	108,7	306-01	21-060160-60	55/10	1044	1 600
307	KOUPELNA	24	622	643	103,4	307-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
308	WC	20	85	0	0,0					
309	SCHODIŠTĚ	10	333	449	134,8	309-01	11-060060-60	55/10	449	600
310	WC	20	85	0	0,0					
311	KOUPELNA	24	622	643	103,4	311-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
312	KUCHYŇ	20	960	1 044	108,7	312-01	21-060160-60	55/10	1044	1 600
313	CHODBA	15	0	0						
401	LOŽNICE	20	793	821	103,5	401-01	11-060160-60	55/10	821	1 600
402	OBÝVACÍ POKOJ	20	885	924	104,3	402-01	11-060180-60	55/10	924	1 800
403	OBÝVACÍ POKOJ	20	885	913	103,1	403-01	21-060140-60	55/10	913	1 400
404	LOŽNICE	20	793	821	103,5	404-01	11-060160-60	55/10	821	1 600
405	CHODBA	15	12	0	0,0					
406	KUCHYŇ	20	1 116	1 174	105,2	406-01	21-060180-60	55/10	1174	1 800
407	KOUPELNA	24	691	643	93,1	407-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
408	WC	20	101	0	0,0					
409	SCHODIŠTĚ	10	466	599	128,6	409-01	11-060080-60	55/10	599	800
410	WC	20	101	0	0,0					
411	KOUPELNA	24	691	643	93,1	411-01	KRM 1820.750	55/10	643	750
412	KUCHYŇ	20	1 116	1 174	105,2	412-01	21-060180-60	55/10	1174	1 800
413	CHODBA	15	12	0	0,0					
Σ			26642	27385						

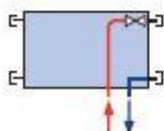
Výkon otopných těles 27385W



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu

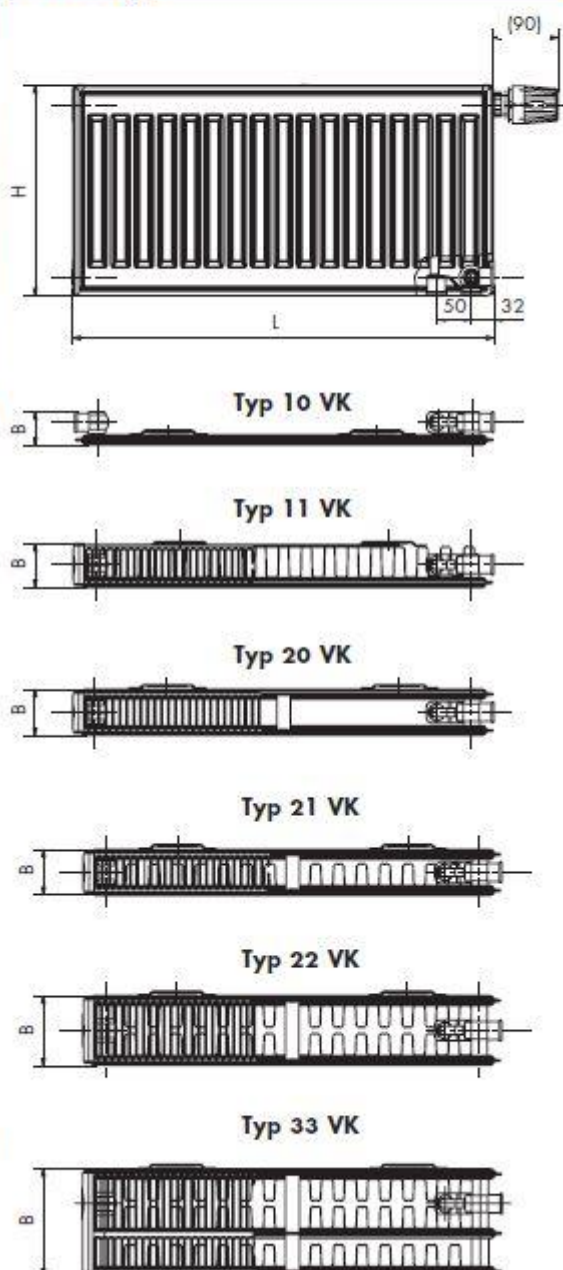


pravé spodní
 $\psi = 1$

Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

Přehled typů

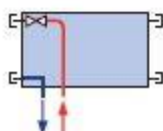




Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VKL	47 mm
Typ 11 VKL	63 mm
Typ 21 VKL	66 mm
Typ 22 VKL	100 mm
Typ 33 VKL	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu

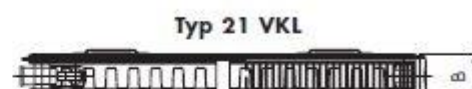
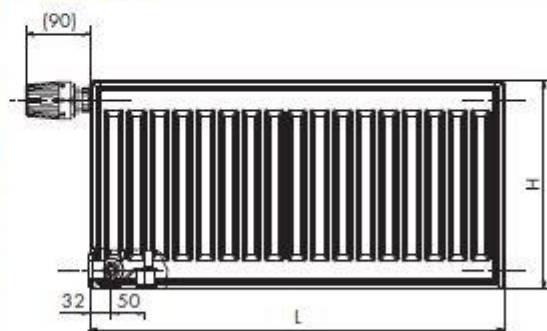


levé spodní
 $\psi = 1$

Popis

Model **RADIK VKL** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **levé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

Přehled typů



KORALUX® RONDO MAX, RONDO MAX - M

TEPELNÝ VÝKON Q [W]

PRO TEPLONOSNOU LÁTKU VODA PODLE EN 442

ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Typové označení	H [mm]	L [mm]	h [mm]	t ₁ /t ₂ [°C]	Q [W] pro t ₁ /t ₂					Jmenovitý tepelný výkon Q _n [W] (75/65/20°C)	Tepelná ztráta n [-]	Hmotnost tělesa M ₁ [kg]	Vodní objem tělesa V ₁ [l]	Max. výkon st. top. tělesa P [W]*
					15	18	20	22	24					
KRM 700.450 KRMM 700.450	690	445	415 50	90/70 70/55 55/45	460 313 215	434 288 192	416 272 177	399 256 162	382 240 148	335	1,2322	5,8	3,9	200
KRM 700.600 KRMM 700.600	690	595	565 50	90/70 70/55 55/45	609 414 285	574 382 255	551 360 235	528 339 216	506 318 197	444	1,2279	7,3	4,9	200
KRM 700.750 KRMM 700.750	690	745	715 50	90/70 70/55 55/45	758 516 356	715 476 318	686 449 294	658 423 270	629 397 246	553	1,2235	8,8	5,8	300
KRM 900.450 KRMM 900.450	900	445	415 50	90/70 70/55 55/45	594 403 277	560 371 248	537 350 228	515 330 209	492 309 191	432	1,2336	7,5	5,1	200
KRM 900.600 KRMM 900.600	900	595	565 50	90/70 70/55 55/45	789 535 368	744 493 329	714 466 303	684 438 278	654 411 253	574	1,2343	9,4	6,3	300
KRM 900.750 KRMM 900.750	900	745	715 50	90/70 70/55 55/45	982 666 458	925 614 409	888 579 377	851 545 346	814 511 315	714	1,2350	11,3	7,6	400
KRM 1220.450 KRMM 1220.450	1215	445	415 50	90/70 70/55 55/45	810 549 377	763 506 337	732 478 311	702 449 285	671 421 260	589	1,2357	10,4	7,0	300
KRM 1220.600 KRMM 1220.600	1215	595	565 50	90/70 70/55 55/45	1076 728 499	1014 670 445	973 632 410	932 595 376	891 557 342	781	1,2446	13,0	8,8	400
KRM 1220.750 KRMM 1220.750	1215	745	715 50	90/70 70/55 55/45	1344 907 620	1265 834 553	1214 787 509	1162 739 466	1111 693 424	973	1,2534	15,7	10,6	600
KRM 1500.450 KRMM 1500.450	1495	445	415 50	90/70 70/55 55/45	997 676 464	940 623 415	902 588 382	864 553 351	827 518 319	725	1,2376	12,7	8,6	400
KRM 1500.600 KRMM 1500.600	1495	595	565 50	90/70 70/55 55/45	1324 897 616	1247 826 550	1197 780 507	1147 734 465	1097 688 423	962	1,2384	15,9	10,8	600
KRM 1500.750 KRMM 1500.750	1495	745	715 50	90/70 70/55 55/45	1647 1116 766	1552 1028 684	1489 970 631	1427 913 578	1365 856 526	1197	1,2392	19,2	13,0	700
KRM 1820.450 KRMM 1820.450	1810	445	415 50	90/70 70/55 55/45	1210 820 562	1140 755 502	1094 712 463	1048 670 424	1002 628 386	879	1,2398	15,5	10,6	500
KRM 1820.600 KRMM 1820.600	1810	595	565 50	90/70 70/55 55/45	1602 1088 748	1510 1002 669	1449 946 617	1388 890 566	1328 835 515	1166	1,2314	19,6	13,3	700
KRM 1820.750 KRMM 1820.750	1810	745	715 50	90/70 70/55 55/45	1990 1355 935	1876 1250 836	1801 1180 772	1727 1111 708	1653 1043 645	1452	1,2229	23,6	15,9	900

* Uvedené hodnoty maximálního výkonu elektrického topného tělesa platí pro kombinované vytápění (viz str. 38)

Charakteristická rovnice: $\Phi = K_f \cdot L^a \cdot H^b \cdot \Delta T^{(c_1+c_2+1)}$	K _f	a	b	c ₁	c ₂
	7,05757 x 10 ⁴	0,9827370	1,0420520	1,2429590	-6,77537 x 10 ⁴

Uvedené hodnoty tepelných výkonů platí pro znázorněné typy připojení otopných těles:



B.6 Dimenzování potrubí

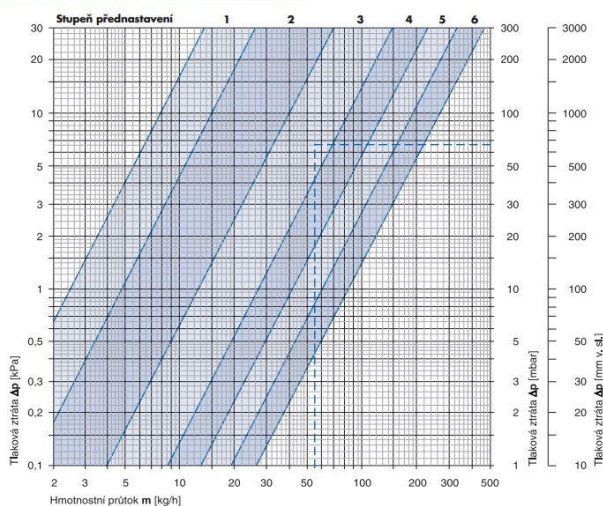
Materiál potrubí: měď
Teplotní rozdíl: 55/45°C

Návrh průměru potrubí a potřebného tlaku oběhového čerpadla se provedl podle ekonomické (optimální) rychlosti. Tato rychlost se u přípojek k otopným tělesům volí 0,15-0,6 m³/h, u horizontálních potrubí rozvodného potrubí může být uvažováno i s větší rychlostí.

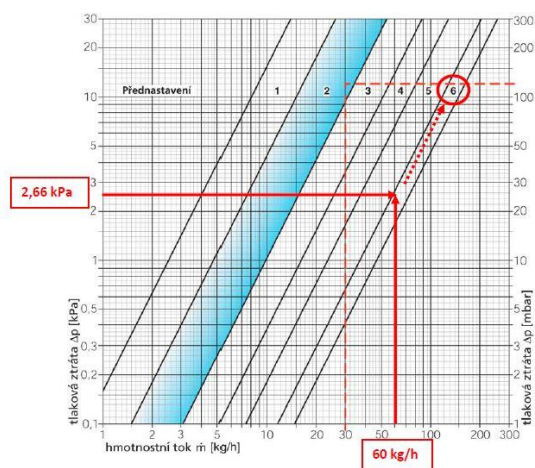
Stupeň přednastavení u deskového otopného tělesa

RADIK VŠEOBECNÉ ÚDAJE - VENTIL KOMPAKT

Dvoutrubková otopná soustava



Stupeň přednastavení u trubkového otopného tělesa (šroubení V-exakt)



Obrázek 31: Stupeň přednastavení VK a Koralux

DIMENZOVÁNÍ SEVERNÍHO OKRUHU VYTÁPĚNÍ

Teplotní rozdíl 10°C (55/45)

č.ú.	Q (W)	M(kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	R.l+z+Δp _{RV}	Δp _{DIS} (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	1174	100,9	6,0	15x1	64,0	0,21	384	12,3	269	TRV(6) 2500	3 153	3 153
2	1817	156,2	3,5	15x1	53,0	0,22	186	11,9	286	0	471	3 624
3	3504	301,3	3,0	22x1	57,0	0,27	171	4,5	163	0	334	3 958
4	5191	446,3	3,0	28x1,5	40,0	0,26	120	3,3	111	0	231	4 189
5	6878	591,4	10,5	28x1,5	65,0	0,34	683	3,3	189	0	872	5 061
6	13756	1182,8	9,0	35x1,5	67,0	0,41	603	8,5	709	0	1 312	6 372
7	15260	1312,1	3,0	35x1,5	83,0	0,46	249	8,5	892	10000	11 141	17 514

Západní strana objektu

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible]

Východní strana objektu

[illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.407												
A	643	55,29	2,3	15x1	34,0	0,15	78,2	13,7	153		231	
2	1817	156,2	3,5	15x1	53,0	0,22	186	11,9	286		471	
3	3504	301,3	3,0	22x1	57,0	0,27	171	4,5	163		334	
4	5191	446,3	3,0	28x1,5	40,0	0,26	120	3,3	111		231	
5	6878	591,4	10,5	28x1,5	65,0	0,34	683	3,3	189		872	
										5061	2139	2922,457
											PŘ(V-exakt)	5

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.306												
1	1044	89,8	6,0	15x1	54,0	0,19	324	12,3	220		544	
2	1687	145,1	3,5	15x1	127,0	0,31	445	11,9	567		1 012	
3	3504	301,3	3,0	22x1	57,0	0,27	171	4,5	163		334	
4	5191	446,3	3,0	28x1,5	40,0	0,26	120	3,3	111		231	
5	6878	591,4	10,5	28x1,5	65,0	0,34	683	3,3	189		872	
										5061	2992	2068,689
											PŘ	6

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.307												
A	643	55,29	2,3	15x1	34,0	0,15	78,2	13,7	153		231	
2	1687	145,1	3,5	15x1	127,0	0,31	445	11,9	567		1 012	
3	3504	301,3	3,0	22x1	57,0	0,27	171	4,5	163		334	
4	5191	446,3	3,0	28x1,5	40,0	0,26	120	3,3	111		231	
5	6878	591,4	10,5	28x1,5	65,0	0,34	683	3,3	189		872	
										5061	2679	2381,851
											PŘ(V-exakt)	6

[illegible][illegible][illegible][illegible]

Schodiště

[illegible][illegible][illegible][illegible]

DIMENZOVÁNÍ JÍŽNÍHO OKRUHU VYTÁPĚNÍ

Teplotní rozdíl 10°C (55/45)

č.ú.	Q (W)	M(kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	R.l+z+Δp _{RV}	Δp _{DIS} (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	821	70,6	8,6	15x1	32,0	0,15	276	13,7	153	TRV(5) 2650	3 079	3 079
2	1745	150,0	4,0	15x1	137,5	0,32	550	6,5	330	0	880	3 959
3	3490	300,1	6,0	15x1	59,0	0,27	354	4,5	163	0	517	4 476
4	6156	529,3	6,0	28x1,5	53,0	0,30	318	3,3	147	0	465	4 941
5	8822	758,6	6,0	35x1,5	32,0	0,27	192	3,3	119	0	311	5 252
6	11694	1005,5	24,4	35x1,5	51,0	0,35	1 244	8,5	517	17500	19 261	24 513

Západní strana objektu

[illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.303

[illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.204

[illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.203

[illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLESO v MÍSTNOSTI č.104

[illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.103

[illegible]

VÝCHODNÍ STRANA OBJEKTU

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.101												
A	718	61,74	8,6	15x1	22	0,13	189,2	13,7	115		304	
B	1436	123,47	3,2	15x1	93	0,26	297,6	6,5	218		516	
										5252	820	4432,345
											PŘ	4

Dimenzování vedlejšího okruhu TĚLĚSO v MÍSTNOSTI č.102												
A	718	61,74	0,5	15x1	22	0,13	11	13,7	115		126	
B	1436	123,47	3,2	15x1	93	0,26	297,6	6,5	218		516	
										5252	641	4610,545
											PŘ	4

B.7 Návrh zdroje tepla

I.varianta

-zdrojem tepla bude plyn

B.7.1 Příprava teplé vody

1) Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody (dle ČSN 060320)

Počet osob: 20

50 l na osobu

$V = 20 \times 0,05 = 1 \text{ m}^3$

$t_{TV} = 55^\circ\text{C}$

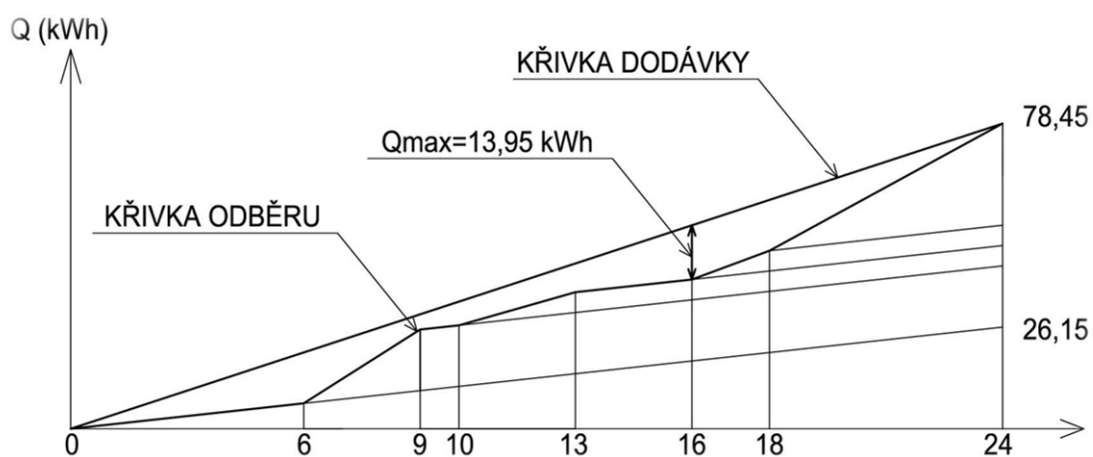
$t_{SV} = 10^\circ\text{C}$

TEPLO ODEBRANÉ: $Q_{2t} = 1,163 \times V_{2p} \times (t_{TV} - t_{SV}) =$
 $= 1,163 \times 1,0 \times (55 - 10) = 52,3 \text{ kWh}$

TEPLO ZTRACENÉ: $Q_{2z} = Q_{2t} \times z =$
 $= 52,3 \times 0,5 = 26,15 \text{ kWh}$

TEPLO CELKEM $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 52,3 + 26,15 = 78,45 \text{ kWh}$

		Teplo celkem	Teplo
odebrané			
6 – 9 hod	30%	23,535 kWh	15,69 kWh
10 – 13 hod	10%	7,845 kWh	5,23 kWh
16 – 18 hod	10%	7,845 kWh	5,23 kWh
18 – 24 hod	50%	39,225 kWh	26,15 kWh



B.7.2 Návrh zásobníkového ohřívače teplé vody

Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{MAX}}{c \cdot \Delta t} = \frac{13,95}{1,163 \cdot 45} = 0,26 \text{ [m}^3\text{]}$$

ΔQ_{MAX} ... hodnota v grafu

$$V_z = \frac{13,95}{1,163 \cdot 45}$$

$$V_z = 0,26 \text{ [m}^3\text{]}$$

Jmenovitý výkon ohřevů

$$Q = \frac{Q}{t} = \frac{78,45}{8} = 9,8 \text{ [kW]}$$

Potřebná teplosměnná plocha (70/50)

$$\Delta t = \frac{(T1 - t2) - (T2 - t1)}{\ln \frac{(T1 - t2)}{(T2 - t1)}}$$

$$\Delta t = \frac{(70 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(50 - 10)}}$$

$$\Delta t = 25,5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$A = (Q \times 10^3) / (U \times \Delta t)$$

$$A = 9800 / (420 \times 25,5)$$

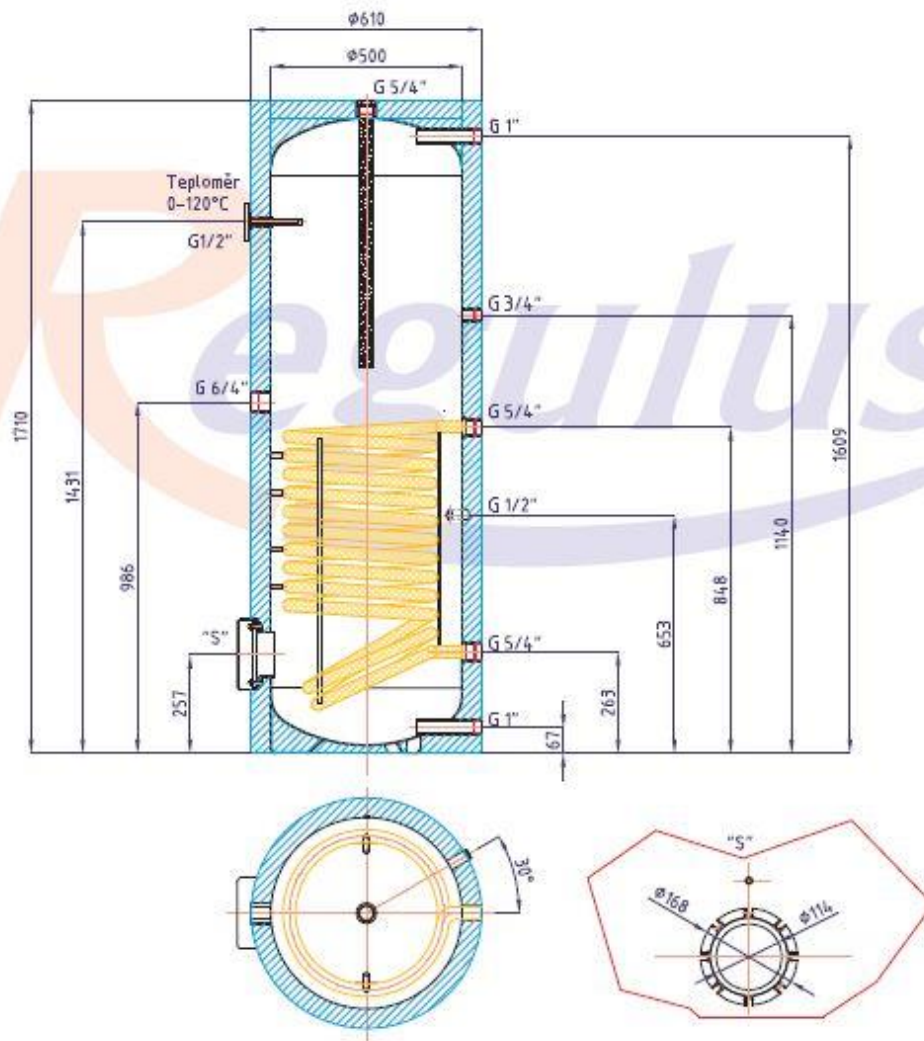
$$A = 0,91 \text{ [m}^2\text{]}$$

Návrh pro plynovou kotelnu:

Zásobník RBC 300 s jedním výměníkem, plocha výměníků je 1,7m²

Zásobníkový ohřívač teplé vody RBC 300

kód: 3253



Celkový objem kapalin v zásobníku včetně výměníku	300 l
Objem kapaliny v zásobníku	289 l
Objem kapaliny ve výměníku	10,8 l
Plocha výměníku	1,7 m ²
Maximální provozní teplota v zásobníku	95 °C
Maximální provozní teplota ve výměníku	110 °C
Maximální provozní tlak v zásobníku	10 bar
Maximální provozní tlak ve výměníku	10 bar
Příprava TV z 10 °C na 45 °C při teplotě ot.vody 60 °C	1450 l/h (58,8 kW)
Hmotnost prázdného zásobníku	109 kg

Obrázek 32: Zásobníkový ohřívač RBC 300

B.7.3 Plynový kotel

Plynová kotelna, levnější investice, méně úsporný provoz.

teplo potřebné na ohřev TUV $Q = 9,8 \text{ kW}$

teplo potřebné na vytápění $Q = 27,4 \text{ kW}$

$$Q_{PŘŘÍPOJ} = \max \{ Q_{PŘŘÍPOJ,1}; Q_{PŘŘÍPOJ,2} \} [\text{kW}]$$

$$Q_{PŘŘÍPOJ,1} = 0,7 \cdot Q_{VYT/h} + 0,7 \cdot Q_{VĚĚ/h} + Q_{TUV/h} [\text{kW}]$$

$$Q_{PŘŘÍPOJ,2} = Q_{VYT/h} + Q_{VĚĚ/h} [\text{kW}]$$

$Q_{VYT/h}$ = teplo potřebné na vytápění – 27,4 kW

$Q_{VĚĚ/h}$ = teplo potřebné na pokrytí ztrát větráním – zahrnuto ve $Q_{VYT/h}$,
pro účely výpočtu = 0

$Q_{TUV/h}$ = teplo potřebné na ohřev TUV = $Q = 9,8 \text{ kW}$

$$Q_{PŘŘÍPOJ,1} = 0,7 \cdot 27,4 + 0 + 9,8 = 28,98 \approx 29 [\text{kW}]$$

$$Q_{PŘŘÍPOJ,2} = 27,4 + 0 = 27,4 \approx 28 [\text{kW}]$$

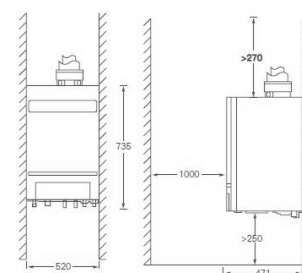
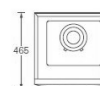
$$Q_{PŘŘÍPOJ} = \max \{ 29; 28 \} \Rightarrow Q_{PŘŘÍPOJ} = 29 [\text{kW}]$$

Návrh: Závěsný kondenzační kotel značky BUDERUS,
typ: LOGAMAX, označení PLUS GB 162-35, $Q=5,8 - 32,7 \text{ kW}$

Technické parametry

Logamax plus GB162 (15 – 45 kW)


Logamax plus	GB162-15	GB162-25	GB162-35	GB162-45
Tepelný výkon (kW)	2.7 – 15.2	4.8 – 24.9	5.8 – 32.7	10.4 – 44.9
Normovaný stupeň využití (%)	až 110.5			
Teplota otopné vody (°C)	až 82			
Průměr spalinového potrubí (mm)	80 / 125			
Elektrický příkon (W)	28 – 58	37 – 70	51 – 95	53 – 145
Rozměry V / Š / H (mm)	695 / 520 / 465			
Hmotnost (kg)	45	45	48	48
Třída NOx	5			



Obrázek 33: Technické parametry kotle Logamax

Technické listy kotle

Logamax plus GB162

	Výkon kotle / kW	15	25	35	45	65	80	100	Vybavení (15 - 45 kW) <ul style="list-style-type: none">• pojistný ventil (4 bary pro 45 kW)• hlídač minimálního tlaku• montážní rám• odvzdušňovač• integrovaný 3-cestný ventil (15 až 45 kW)• energeticky úsporné oběhové čerpadlo třídy A (15 až 45 kW)• ALUplus - výměník tepla z vysoce kvalitní slitiny hliníku a křemíku• možnost integrovat regulátor Logamatic RC35
	Výška / mm	695			980				
	Šířka / mm	520			520				
	Hloubka / mm	465			470				
	Hmotnost / kg	45	45	48	48	70	70	70	Vybavení (65 - 100 kW) <ul style="list-style-type: none">• ALUplus - výměník tepla z vysoce kvalitní slitiny hliníku a křemíku• možnost integrovat regulátor Logamatic RC35

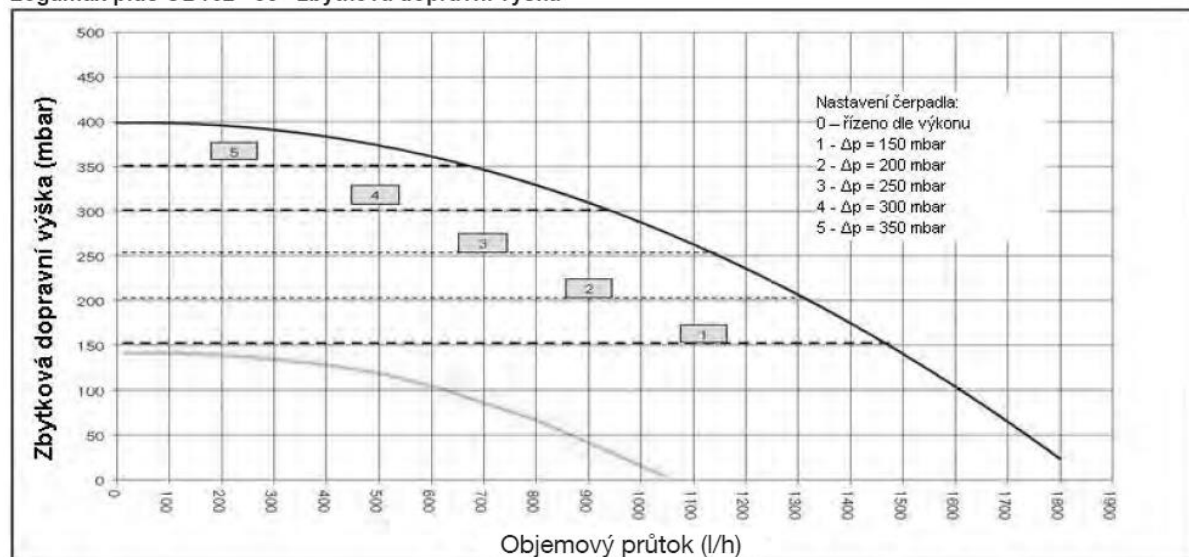
Typ	Popis	Objednací číslo	Cena v Kč (bez DPH)
Logamax plus GB162-15	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 15 kW	7746900 757	51.400,-
Logamax plus GB162-25	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 25 kW	7746900 758	52.500,-
Logamax plus GB162-35	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 35 kW	7746900 759	62.800,-
Logamax plus GB162-45	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 45 kW	7746900 760	65.900,-
Logamax plus GB162-65	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 65 kW	7746901 379	na dotaz
Logamax plus GB162-80	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 80 kW	87470 238	na dotaz
Logamax plus GB162-100	Nástěnný plynový kondenzační kotel, bez integrovaného ohřevu TV, výkon 100 kW	87470 240	na dotaz

Obrázek 34: Tehnický list kotle Logamax

			15	25	35	45
Hmotnost	kg		45	45	48	48
Objem vody	l		2,5	2,5	3,5	3,5
Nastavitelná výstupní teplota	°C		30-85			
Připustný provozní přetlak	bar		3	3	3	4
Klasifikace			B ₂₃ , B ₃₃ , C _{33X} , C _{43X} , C _{53X}			
Označení CE			CE-0063BR3441			
Teplotní spád 80/60 °C						
Tepelný výkon (plynulá modulace výkonu)	plné zatížení	kW	14,0	23,3	32,7	42,5
	částečné zatížení	kW	2,7	4,8	5,8	9,6
Tepelný příkon	plné zatížení	kW	14,4	23,9	33,5	43,5
	částečné zatížení	kW	2,8	5,0	6,1	9,7
Teplota spalin ¹⁾	plné zatížení	°C	63	65	67	69
Obsah CO ₂	plné zatížení	%	9,2	9,2	9,0	9,3
Hmotnostní tok spalin	plné zatížení	g/s	6,6	10,7	15,1	20,3
Disponibilní dopravní tlak		Pa	85	60	95	140
Normovaný stupeň využití	Hs/Hi	%	96,9/107,6	96,8/107,4	96,8/107,4	96,8/107,4
Teplotní spád 50/30 °C						
Tepelný výkon (plynulá modulace výkonu)	plné zatížení	kW	15,2	24,9	35,0	44,9
	částečné zatížení	kW	3,1	5,3	6,5	10,4
Tepelný příkon	plné zatížení	kW	14,4	23,9	33,5	43,5
	částečné zatížení	kW	2,8	5,0	6,1	9,7
Teplota spalin	plné zatížení	°C	42	46	48	49
Obsah CO ₂	plné zatížení	%	9,2	9,2	9,0	9,3
Hmotnostní tok spalin	plné zatížení	g/s	6,6	10,7	15,1	20,3
Disponibilní dopravní tlak		Pa	85	60	95	140
Normovaný stupeň využití	Hs/Hi	%	99,5/110,5			
Elektrický příkon	plné zatížení	W	58	70	95	76
	částečné zatížení	W	28	37	51	53
Hladina akustického tlaku	plné zatížení	dB(A)	35	35	38	40
	částečné zatížení	dB(A)	24	26	26	28

Charakteristiky nízkoenergetických oběhových čerpadel u kotlů Logamax plus GB162 - 15/25/35

Logamax plus GB162 - 35 - zbytková dopravní výška



Obrázek 35: Tehnický list a křivky čerpadla u kotle Logamax

Přívod čerstvého vzduchu do technické místnosti

Množství přívodu čerstvého vzduchu na kW	2,2m ³ /h
Jmenovitý výkon kotle	32,7 kW

množství přiváděného vzduchu do místnosti:

$$V = 2,2 \cdot 32,7 = 71,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Dle TPG 70401 z r. 2014 navrhuji } S=200 \text{ cm}^2 = 0,02\text{m}^2$$

Výpočet průměru potrubí:

$$d=S \cdot 4 / 3,14 = 200 \cdot 4 / 3,14 = 15,9 = 16 \text{ cm}$$

Návrh: Navrhuji potrubí průměru 16cm.

B.8 Návrh zdroje tepla

II.varianta

Obnovitelný zdroj energie (OZE)

Ve II. variantě kotelny bude použito obnovitelných zdrojů energie.
Varianta s větší počáteční investicí, ale nižšími provozními náklady.

Jako zdroj tepla bude použit **-peletový kotel**

-solární panely na dohřev teplé vody.

B.8.1 Návrh peletkového kotle

teplo potřebné na ohřev TUV $Q = 3,27 \text{ kW}$

teplo potřebné na vytápění $Q = 27,4 \text{ kW}$

Kotel na pelety umí pracovat s rozsahem kotlové vody od 65 - 80°C. Otopná tělesa jsou navržena na teplotní spád 55/45°C pro venkovní teplotu -15°C. Jelikož peletový kotel neumí pracovat s teplotním spádem 55/45 °C, bude nutná instalace akumulčního zásobníku.

Akumulční zásobník zajistí, aby kotel na pelety mohl pracovat na plný výkon, bez toho, že by byly obytné místnosti zbytečně přetápěny. Díky akumulčnímu zásobníku nebude kotel spínat a vypínat několikrát za hodinu. Kotel pojede vždy na jmenovitý výkon a po dobití akumulčního zásobníku vypne. Teplá voda si z akumulční nádrže bude odebírat vodu pro její ohřev. Potřebné denní teplo pro ohřev teplé vody bylo proto rozděleno do 24 hodinového odběru.

Návrh: Automatický kotel na dřevní pelety od Buderusu, typ Logano G221 30A se jmenovitým výkonem 30 kW.

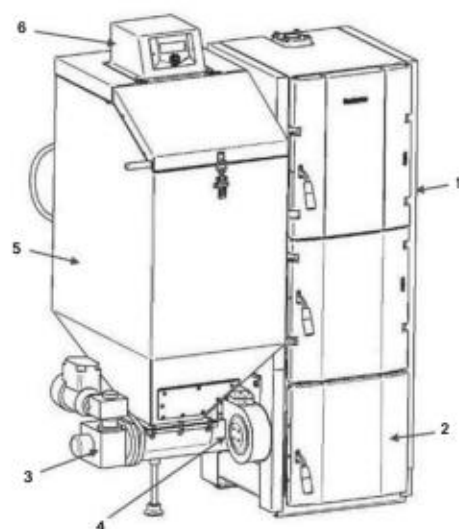
Automatický kotel na hnědé a černé uhlí a dřevní pelety Logano G 221 A



Popis zařízení

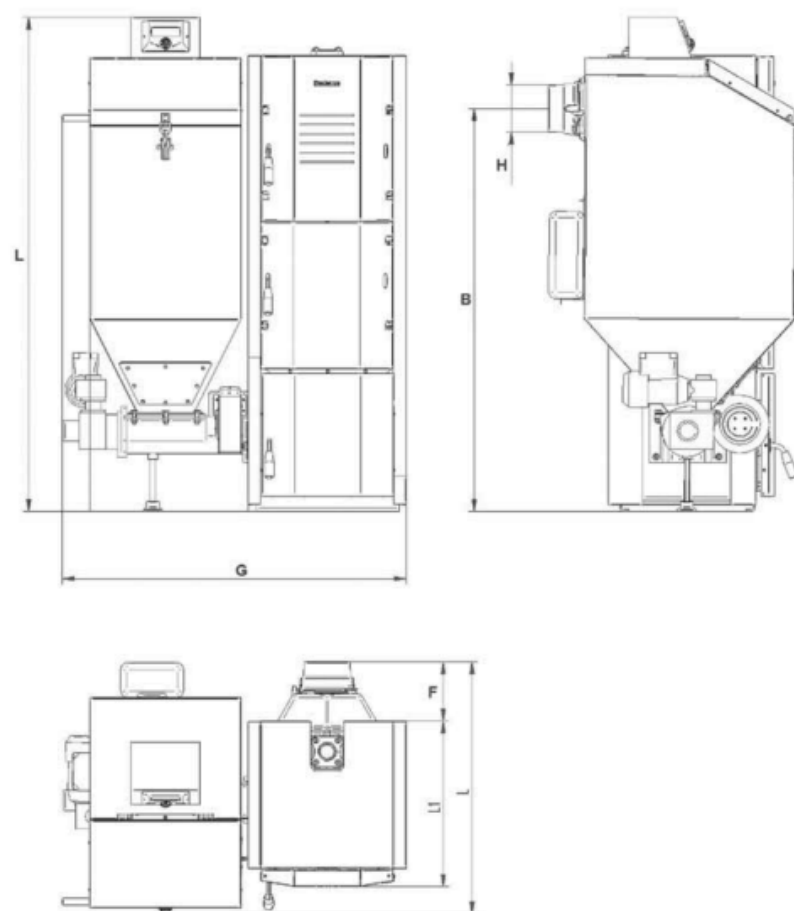
- Litinový automatický kotel na hnědé uhlí, černé uhlí a dřevní pelety s násypkou s kapacitou na 30 provozních hodin a popelníkem s kapacitou na 12 provozních hodin (při použití hnědého uhlí).
- Splňuje emisní třídu 3 dle ČSN 303-5
- Pro systémy se samotížným i nuceným oběhem otopné vody, s otevřenými i uzavřenými expanzními nádobami
- Předepsané palivo
Černé uhlí 6 – 30 mm (krupice, hrášek, ořšek) dle ČSN 44 1406
- Hnědé uhlí 8 – 20 (25) mm (hrášek, ořech 2) dle ČSN 44 1406
- Pelety A1 – D06 dle ČSN EN 14961-2
- Kotlové těleso, hořák a šnek podavače paliva jsou z kvalitní litiny
- Zabudovaná elektronická regulace s PID regulátorem řídí podávání paliva, ventilátor spalovacího vzduchu, čerpadlo topného systému, čerpadlo pro ohřev zásobníku teplé vody.
- Vyspělý způsob regulace spalování na základě teploty topné vody i teploty spalin
- Plynulá regulace otáček ventilátoru spalovacího vzduchu od 700 do 2600 ot/min.
- Možnost připojit prostorový termostat, modul pro řízení otopných okruhů, modul GSM pro řízení jednotky mobilním telefonem nebo modul pro připojení sítě PC (viz. příslušenství).
- Dodává se ve dvou výkonových velikostech – o jmenovitém výkonu 25 nebo 30 kW
- Provedení levé nebo pravé – podle místa umístění zásobníku paliva při pohledu zepředu

Rozsah dodávky



- 1 Litinové těleso výměníku s opláštěním
 - 2 Ocelový podstavec s popelníkem
 - 3 Litinový hořák se šnekovým podavačem
 - 4 Ventilátor spalovacího vzduchu
 - 5 Násypka paliva
 - 6 Řídicí jednotka s kabely a čidly
- Montážní materiál
– Zhášecí systém

Obrázek 36: Technický list kotle Logano



Rozměry Logano G221 A

Název	Zkratka	Jednotka	G221 25 A	G221 30 A
Počet článků kotle	-	ks	4	6
Výška	A	mm	1580	
Šířka	G	mm	1100	1100
Hloubka	L	mm	855	1085
Výška připojení odvodu spalin	B	mm	1290	
Výška zpátečky kotle	C	mm	600	
Výška vypouštění kotle	D	mm	600	
Délka hrdla odvodu spalin	F	mm	180	
Průměr hrdla odvodu spalin	H	mm	150	
Hloubka tělesa kotle	L1	mm	529	759
Hmotnost	-	kg	280	390
Připojka topné vody	VK/RK	-	Vnitřní závit G 2"	

Obrázek 37: Rozměry kotle Logano s obrázkem

Technické údaje Logano G221 A

	Jednotka	G221 25 A	G221 30 A
Třída kotle podle normy EN 303-5:2012	-	3	
Počet kotlových článků	-	4	6
Obsah vody	l	37	49
Účinnost	%	< 80%	
Rozsah teploty kotlové vody	°C	65 až 80	
Minimální teplota vratné vody	°C	65	
Teplota spalin při jmenovitém výkonu	°C	180 až 210	
Teplota spalin při minimálním výkonu	°C	100	
Hmotnostní tok spalin	g/s	18	29
Potřebný komínový tah	Pa	18	20
Přípustný provozní tlak	bar	4	
Max. zkušební tlak	bar	8	
Objem násypky	l	285	385
Spotřeba elektrické energie	W	300	
Palivo hnědé uhlí 24 MJ/kg			
Jmenovitý tepelný výkon*	kW	25	29
Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu	kg/h	4	6
Doba hoření	h	30	30
Palivo černé uhlí 28 MJ/kg			
Jmenovitý tepelný výkon*	kW	25	30
Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu	kg/h	4	6
Doba hoření	h	48	48
Palivo dřevní pelety A1 18 MJ/kg			
Jmenovitý tepelný výkon*	kW	24	30
Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu	kg/h	5	7
Doba hoření	h	21	21

*minimální výkon vždy 30% ze jmenovitého výkonu.

Obrázek 38: Technické údaje kotle Logano

B.8.2 Potřeba tepla na vytápění

Vstupní hodnoty:

$$Q = (H_p + H_v) \cdot (t_i - t_e)$$

$$Q_{ZTR} = 26,64 \text{ kW z toho}$$

12,817 kW prostupem

366 W/K

13,555 kW větráním

387 W/K

kWh/den	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc
Q prostup kWh	-203,02	-190,72	-151,17	-105,47	-58,01	-56,25	-101,07	-145,02	-180,17
Q větrání kWh	-214,71	-201,70	-159,87	-111,54	-61,35	-59,49	-106,89	-153,37	-190,54
Q zisk kWh/den	10,40	18,54	22,26	26,21	17,94	23,04	17,83	9,83	7,23
Q vnitřní zdroje	52,80	52,80	52,80	52,80	52,80	52,80	52,80	52,80	52,80
γ	0,15	0,18	0,24	0,36	0,59	0,66	0,34	0,21	0,16
η_H	0,91	0,89	0,85	0,78	0,68	0,65	0,79	0,87	0,90
Q vytápění	-360,48	-329,17	-247,23	-155,27	-71,57	-66,38	-151,86	-243,95	-316,74
Q měsíční [MWh/den]	-11174,75	-9,22	-7,66	-4,66	-2,22	-1,99	-4,71	-7,32	-9,82

$$Q_{\text{vytápění}} = 1943 \text{ kWh/rok (se zohledněním zisků)}$$

Počet dní v měsíci a jejich průměrné teploty

	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc
počet dní	31	28	31	30	31	30	31	30	31
venkovní teplota	-3,1	-1,7	2,8	8	13,4	13,6	8,5	3,5	-0,5

Energie dopadajícího slunečního záření (kWh/m2.den)										
	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc	plocha
S	0,323	0,581	0,783	1,143	1,453	0,901	0,613	0,300	0,234	12,000
J	1,106	1,966	2,268	2,435	2,502	2,252	1,832	1,051	0,759	11,250
V	0,468	0,867	1,340	1,952	2,873	1,618	0,985	0,450	0,347	0,000
Z	0,581	1,126	1,542	2,102	2,413	1,651	1,106	0,567	0,347	0,000

B.8.3 Návrh akumulčního zásobníku

Předběžná velikost akumulčního zásobníku:

$$V_{AZ} = \frac{Q}{1,163 \times \Delta t} \quad V_{AZ} = \frac{30}{1,163 \times (80 - 65)} = 1,7 m^3$$

Q výkon peletkového kotle [kW]

Δt rozdíl teplot na vstupu a výstupu z kotle [°C]

Kotel na pelety má jmenovitý výkon 30 kW. Při vychlazení akumulční nádrže o objemu 1500 l na požadovanou teplotu přívodní vody do OS bude AN dobíjena plným výkonem kotle s teplotou přívodní vody v kotlovém okruhu 80 C.

Byla provedena bilance akumulčního zásobníku a velikost byla navržena podle měsíce dubna, kdy uvažuji s velikostí 1500l. Tento objem postačí v měsíci dubnu v nejhorším případě odběru na 9,44 hodin (9 hodin a 27minut).

Návrh velikosti byl proveden podle měsíce dubna

(požadavek na teplotu přívodní vody 45 C):

Q předpokládaný odběr = 155/24 = 6,47 kW (předpokládaný odběr v dubnu se zohledněním zisků)

$$Q_A = 30 - 6,47 = 23,53 \text{ kW}$$

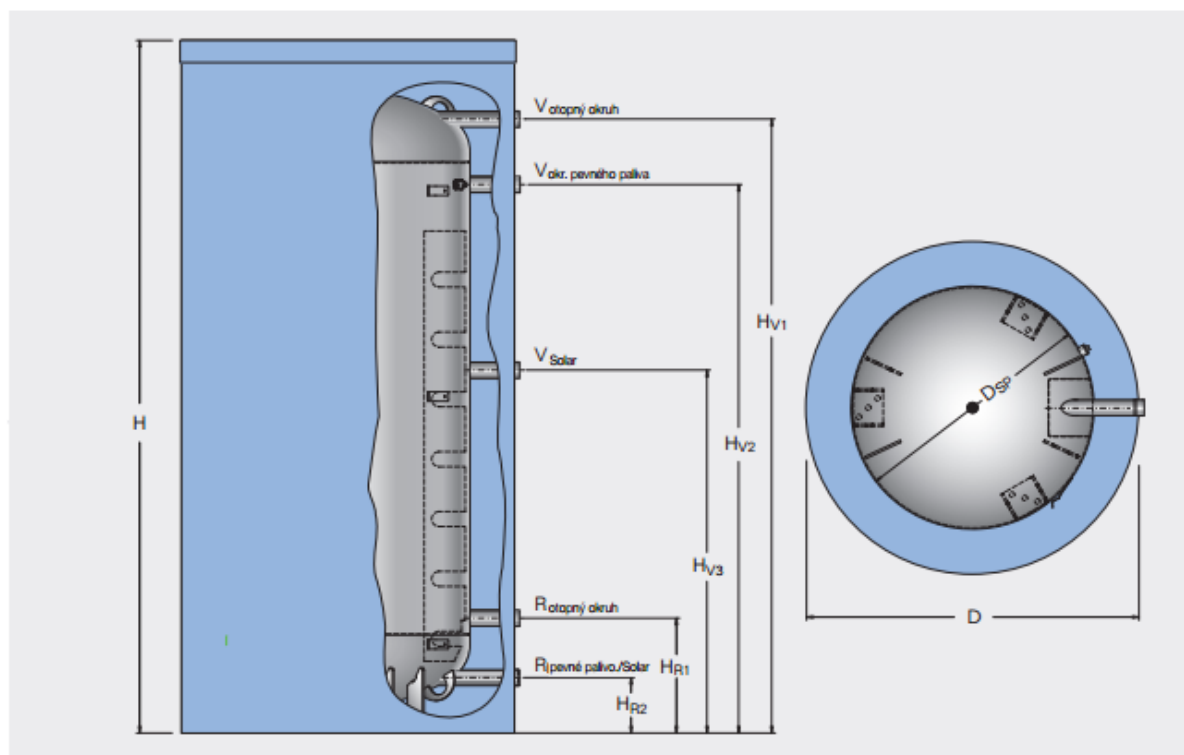
$$\tau = (1,5 \cdot 1,163 \cdot 35) / 23,53 = 2,59 \text{ hod. dobíjení a odběr}$$

$$\tau = (1,5 \cdot 1,163 \cdot 35) / 6,47 = 9,44 \text{ hod. odběr}$$

Peletový kotel bude pracovat s jmenovitým výkonem 30 kW.

Návrh: Navrhují 2 akumulční nádrže BUDERUS Logalux PR 750, označení 750 je objem litrů v jednom akumulčním zásobníku. Celkový objem je 1500l. Výhodou tohoto akumulčního zásobníku je stratifikace zpátečky.

	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	VI. měsíc	VII. měsíc	VIII. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc
te [°C]	-3,10	-1,70	2,80	8,00	13,40				13,60	8,50	3,50	-0,50
dobíjení [hod]	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
dobíjení a odběr [hod]	4,08	3,75	3,10	2,59	2,26	2,04	2,04	2,04	2,24	2,58	3,08	3,63
odběr [hod]	4,07	4,45	5,93	9,44	20,47	61,06	61,06	61,06	22,07	9,65	6,01	4,63
Q předpokládaný odběr [kW]	15,02	13,72	10,30	6,47	2,98	0,00	0,00	0,00	2,77	6,33	10,16	13,20
Q _A [kW]	14,98	16,28	19,70	23,53	27,02	30,00	30,00	30,00	27,23	23,67	19,84	16,80



			PR500	PR750	PR1000
Objem zásobníku	I		500	750	1000
Průměr s tepelnou izolací 80 mm	Ø D	mm	815	965	1065
Průměr s tepelnou izolací 120 mm	Ø D	mm	895	1045	1145
Průměr bez tepelné izolace	D _{SP}	mm	650	800	900
Výška s tepelnou izolací 80 mm	H	mm	1805	1745	1730
Výška s tepelnou izolací 120 mm	H	mm	1845	1785	1770
Rozměr sklopení		mm	1780	1740	1740
Výstup – zásobník	Ø VS	DN	R 1 1/4	R 1 1/4	R 1 1/4
	H _{V1}	mm	1641	1586	1565
	H _{V2}	mm	1466	1431	1398
	H _{V3}	mm	970	951	940
Zpátečka – zásobník	Ø RS	DN	R 1 1/4	R 1 1/4	R 1 1/4
	H _{R1}	mm	307	288	299
	H _{R2}	mm	148	133	133
Pohotovostní ztráta					
s 80 mm tepelnou izolací ¹⁾	kWh/24h		3,78	4,87	5,29
se 120 mm tepelnou izolací ²⁾	kWh/24h		2,07	2,47	2,78
Hmotnost netto s tepelnou izolací	kg		130	147	176
Maximální provozní tlak otopné vody	bar			3	
Maximální provozní teplota	°C			110	

¹⁾ Naměřená hodnota při 45 K teplotní difference dle DIN 4753-8

²⁾ Naměřená hodnota při 45 K teplotní difference dle EN 12897

Obrázek 39: Akumulační zásobník Logalux

B.8.4 Návrh solárních kolektorů na ohřev vody

Návrh provádíme pro měsíc duben. V případě návrhu pro měsíc červen, nebo červenec by při návrhu počtu kolektorů vycházelo méně kusů. V zimních měsících by nastal velký nedostatek energie. Proto provádíme návrh v měsíci, kdy intenzita slunečního svitu není extrémně nízká, ani vysoká.

ÚČINNOSTI SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	VI. měsíc	VII. měsíc	VIII. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc
$B = 45^\circ G_{T,st}$	539	593	611	588	570	559	554	565	586	575	537	496
$V_{setín} t_{es}$	1,70	2,80	7,00	12,00	17,20	20,20	22,10	21,80	18,50	13,10	7,70	3,50
$\eta_k - 45^\circ$	0,47	0,57	0,61	0,63	0,66	0,68	0,69	0,69	0,68	0,64	0,59	0,53
η_o	0,759	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804
k_1	3,480	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235
k_2	0,016	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
t_m	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Denní potřeba tepla pro přípravu teplé vody

$$Q_{TVden} = (1 + z) \frac{V_{TVden} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{SV})}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$Q_{TVden} = (1 + 0,3) \frac{1000 \cdot 998 \cdot 4,186 \cdot (55 - 10)}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$Q_{TVden} = 67,89 \text{ kWh/den}$$

Měsíční potřeba tepla pro přípravu teplé vody

$$Q_{p,TV,m} = n \cdot Q_{TV,den}$$

$$Q_{p,TV,m} = 30 \cdot 67,89$$

$$Q_{p,TV,m} = 2036,7 \text{ kWh}$$

Denní dávka na plochu dané orientace a sklonu

$$H_{T,den} = \tau_r \cdot H_{T,den,teor} + (1 - \tau_r) \cdot H_{T,den,dif}$$

$$H_{T,den} = 0,39 \cdot 8,90 + (1 - 0,39) \cdot 1,12$$

$$H_{T,den} = 4,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ den}$$

Denní měrný tepelný zisk

$$q_K = \eta_K H_{T,den}$$

$$q_K = 0,63,4,2$$

$$q_K = 2,64 \text{ kWh/m}^2 \text{ den}$$

Aperturní plocha (solárně účinná)

$$A_k = \frac{(1+p) \cdot Q_{TV,den}}{q_K} \quad A_k = \frac{(1+0,05) \cdot 67,89}{2,64} = 27 \text{ m}^2$$

<i>p</i>	
10 až 50 m ²	0,1
50 až 200 m ²	0,05

Počet kolektorů

$$P_k = \frac{A_k}{A_{1k}}$$

$$P_k = \frac{27}{2,392}$$

$$P_k = 11,2 \text{ ks}$$

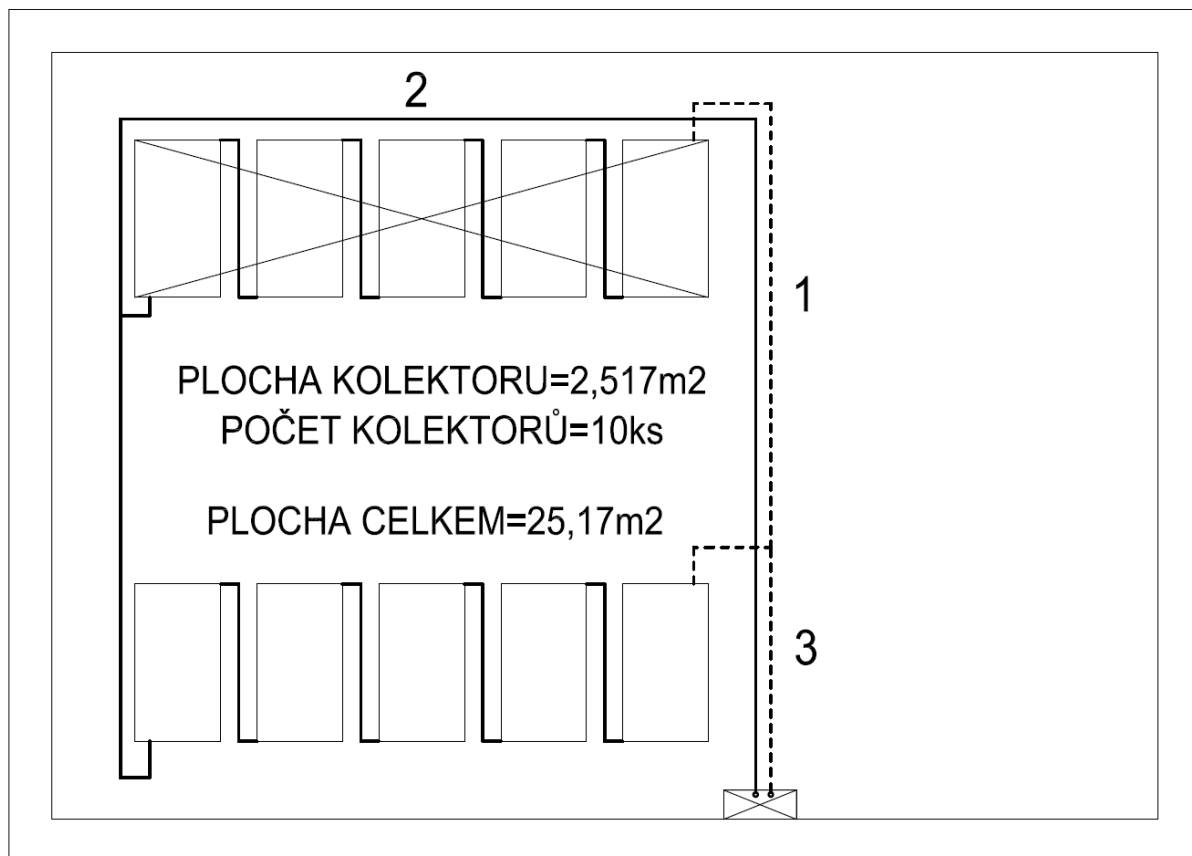
Skutečná aperturní plocha

$$A_{ks} = A_{1k} \cdot P_{ks} \quad A_{ks} = 2,392 \cdot 10 = 23,92 \text{ m}^2$$

Návrh: Navrhují 10 ks kolektorů od značky Regulus, typ KPG1-ALC se skutečnou aperturní plochou 2,392 m². Pro výpočet počtu kolektorů vycházíme z měsíce dubna, kde nám pokrytí činí 79% při použití 10 ks kolektorů.

B.8.4.1 Dimenzování solárních kolektorů

Umístění solárních kolektorů na střeše budovy. Zapojení tichlmanem.



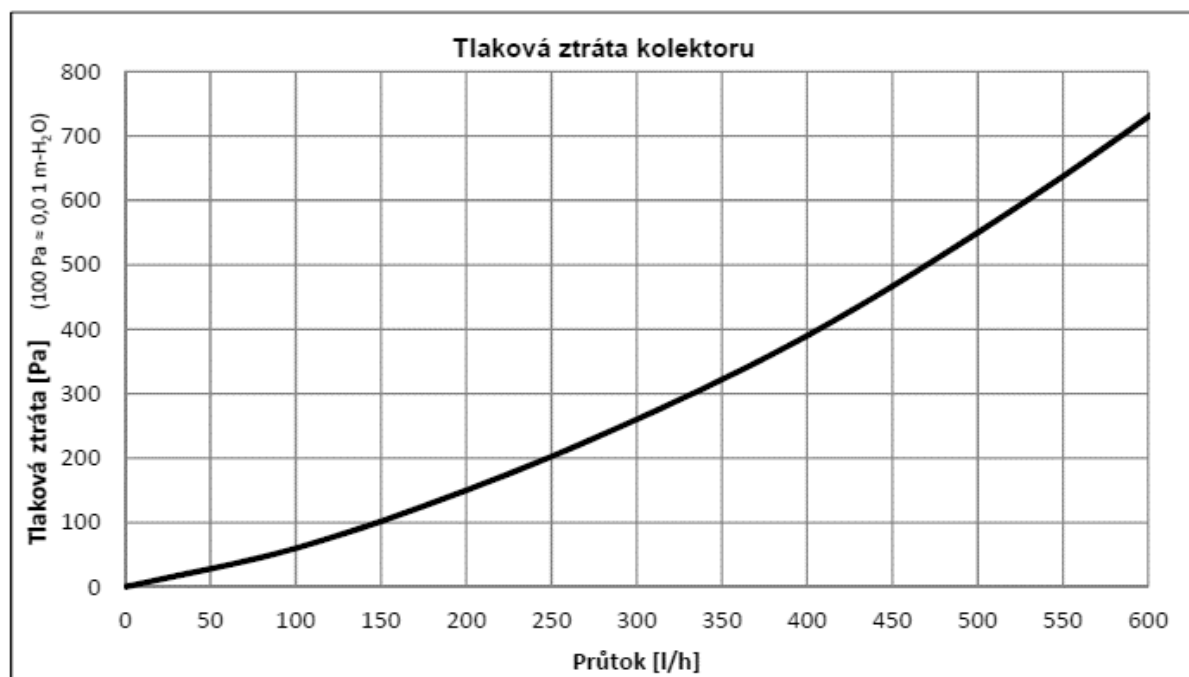
Průtok	60 l/h	(dle technického listu v rozmezí 60-120l/h)
Ztráta jednoho kolektoru	56 Pa	(dle výrobce Regulus při průtoku 60l/h)
Počet kolektorů v úseku č.1	5 ks	(dle návrhu)
Tlaková ztráta úseku č.1	280 Pa	(výpočet 56*5=280 Pa)
Objem kapaliny v kolektoru	1,7 l	(dle technického listu výrobce Regulus)

úsek	průtok (l/h)	Dxt	Pa/m	v (m/s)	délka (m)	ztráta třením (Pa)	ztráta vřazenými odpory (Pa)	Ztráta kolektorů, apod (Pa)	celkem ztráta (Pa)
1	300	18x1	154	0,41	15,20	2341	702	280	3323,04
2	600	22x1	185	0,53	36,60	6771	2031		8802,3
3	600	22x1	185	0,53	21,00	3885	1166		5050,5
									17176

KPG1-ALC – TECHNICKÝ LIST v1.3

Rozměry a váhy	
výška x šířka x tloušťka	2151x1170x84 mm
rozteč trubek Ø 22 mm	2010 mm
celková plocha	2,517 m ²
plocha apertury	2,392 m ²
plocha absorberu	2,309 m ²
hmotnost bez kapaliny	47 kg
Zasklení	
materiál	kalené nízkoželezné sklo
tloušťka	3,2 mm
propustnost	90,8 ± 2 %
Absorbér	
materiál	hliník, tl. 0,5mm
povrchová úprava	TiNOx
konstrukční typ	lyrový, laserově svařovaný
materiál přípojovacích trubek	měď
rozměr přípojovacích trubek	4 x Ø 22 mm x 0,8 mm
materiál trubek absorberu	měď
rozměr trubek absorberu	12 x Ø 8 mm x 0,5 mm
pohltivost slunečního záření	94 ± 2 %
emisivita	5 ± 2 %
maximální pracovní tlak	10 bar
maximální pracovní teplota	120°C
stagnační teplota	234 °C
teplonosná kapalina (složení; objem)	vodní roztok monopropylenglykolu 1:1; 1,7 l
doporučený průtok	60 – 120 l/h
Tepelná izolace	
materiál izolace	minerální vlna
tloušťka izolace	40 mm
Rám	
materiál rámu	hliníková slitina
barva rámu	stříbrná
zadní plech	hliníková slitina, tl. 0,5 mm
Koeficienty účinnosti na plochu apertury / absorberu	
η_{0a}	0,759 / 0,794
α_{1a}	3,48 / 3,639 W/m ² K
α_{2a}	0,0161 / 0,0168 W/(m ² K ²)

Obrázek 40: Technický list kolektoru [12]



REGULUS spol. s r.o.

tel.: +420 241 764 506

Do Koutů 1897/3

+420 241 762 726

143 00 Praha 4

fax: +420 241 763 976

ČESKÁ REPUBLIKA

www.regulus.cz

e-mail: obchod@regulus.cz

Obrázek 41: Tlaková ztráta kolektoru [12]

Čerpadlová skupina

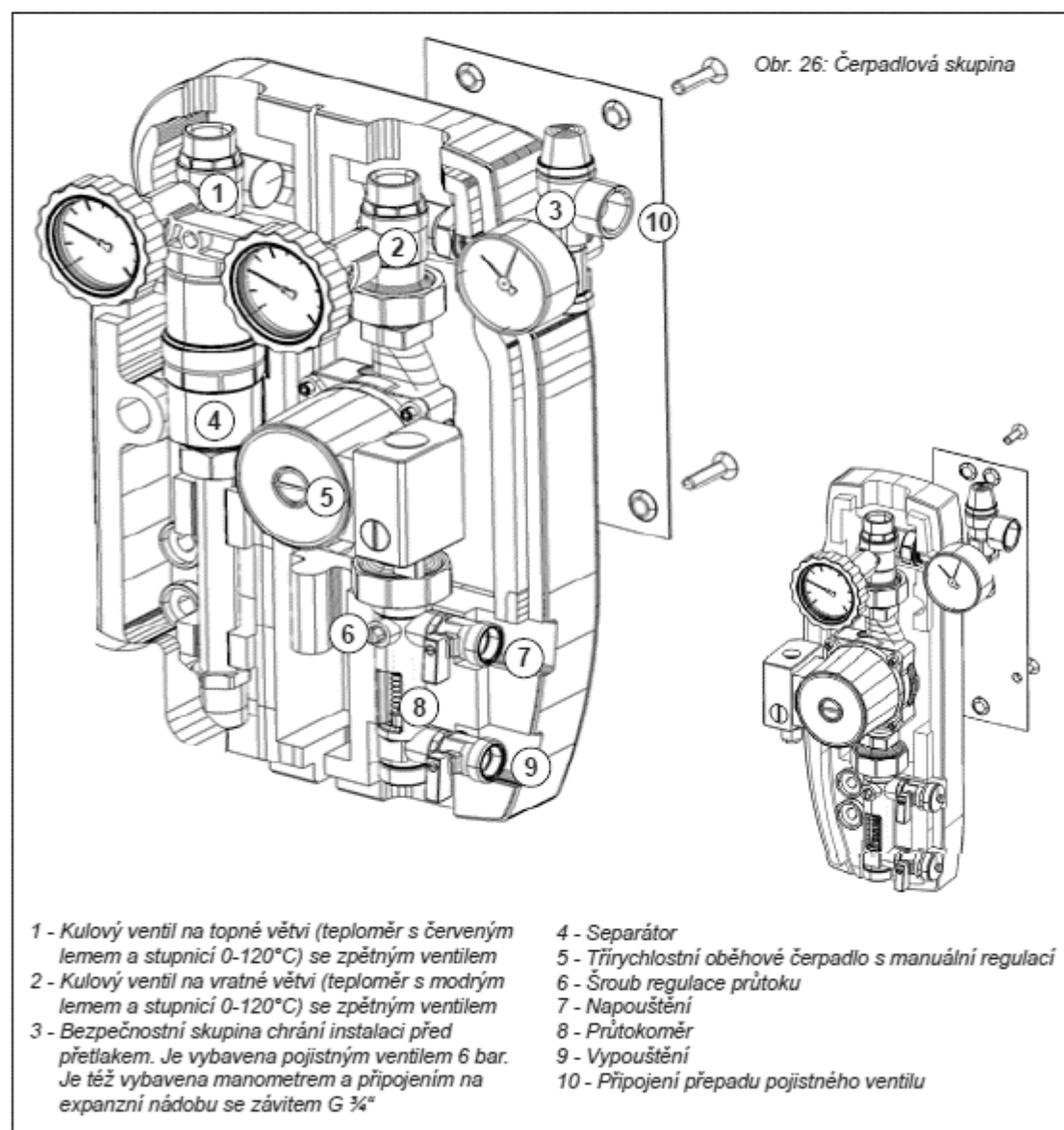
Montáž čerpadlové skupiny proveďte dle příslušného návodu.

Základní komponenty čerpadlové skupiny Regulus jsou uvedeny na obrázku 26:

Pojistný ventil je vždy součástí čerpadlové skupiny.

Pokud není použita čerpadlová skupina, musí být solární sestava opatřena pojistným ventilem s otevíracím přetlakem 6 bar a s teplotní odolností do 160 °C.

Mezi pojistným ventilem a kolektory nesmí být instalována žádná uzavírací armatura.



Obrázek 42: Čerpadlová skupina [12]

Umístění teplotního čidla

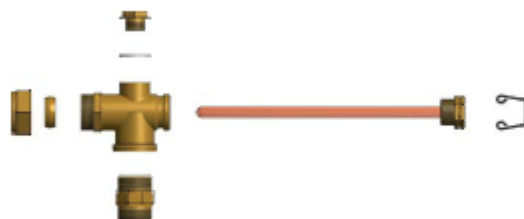
Teplotní čidlo bude umístěno do jímky ve kříži na výstup posledního kolektoru (viz obr. 25).

Doporučuje se použít vodič $2 \times 1 \text{ mm}^2$, nestíněný, oddělený od silových vodičů.

Maximální délka je 100 m. Minimalizujte množství montážních krabic a svorkovnic.

délka připojení: do 50 m průřez: $0,5 \text{ mm}^2$

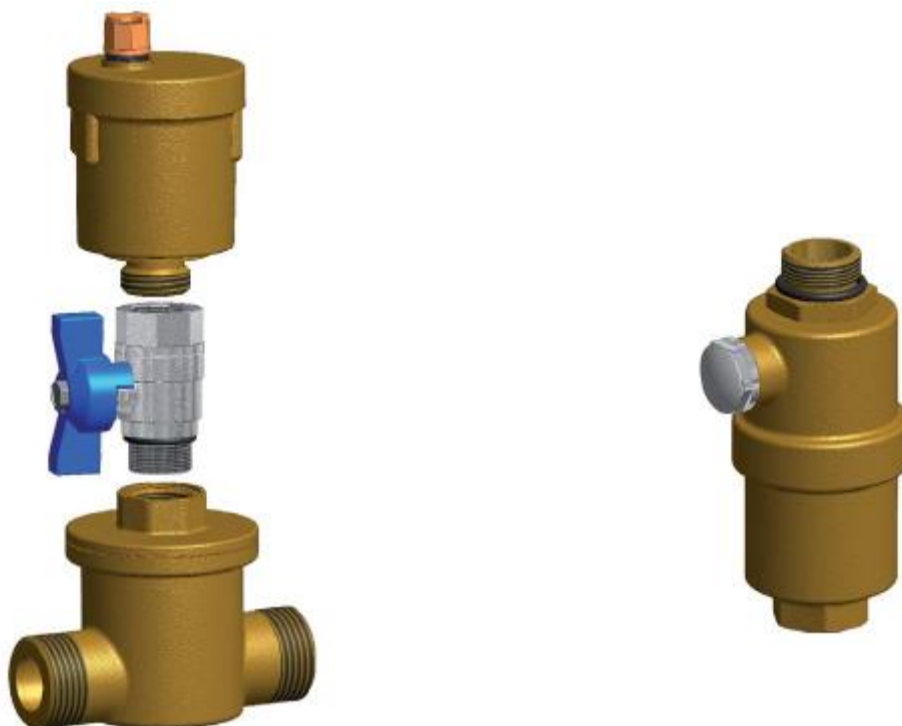
- teplotní a mechanická odolnost použitého vodiče musí odpovídat prostředí, kterým vodič prochází dle platných norem elektrických rozvodů. [12]



Obrázek 43: Umístění jímky teplotního čidla [12]

Instalace odvzdušňovačů

Místo odvzdušnění bude provedeno v nejvyšším bodě soustavy. Pod automatickým odvzdušňovacím ventilem je nutné vždy instalovat kulový kohout, aby bylo možné automatický odvzdušňovací ventil po zprovoznění soustavy uzavřít. Předejde se tak únikům kapaliny při stagnaci soustavy. Pro dokonalé odstranění vzduchu z okruhu bude čerpadlová skupina vybavena tzv. separátorem vzduchu. [12]



Obrázek 44: Vodorovný separátor vzduchu i s AOV [12]

Naplnění, propláchnutí, kontrola těsnosti a odvzdušnění systému

Pokyny k naplnění:

- k naplnění systému použijte plnicí stanici s nádobou na solární kapalinu a plnicím čerpadlem
- přívodní hadici připojte na napouštěcí ventil a ventil úplně otevřete
- pro naplnění systému použijte nemrznoucí teplotonosnou kapalinu do slunečních kolektorů Regulux – Solarten super
- vratnou hadici připojte na vypouštěcí ventil a ventil úplně otevřete
- integrovaný kulový ventil v průtokoměru uzavřete (drážka na seřizovacím šroubu průtokoměru musí být vodorovně).
- otevřete zpětný ventil (ventily - u dvoutrubkové čerpadlové skupiny 2) nad čerpadlem tím, že kulový ventil otočíte do polohy 45° (mezipoloha mezi otevřením a uzavřením)
- nalijte dostatečné množství solární kapaliny do nádoby plnicí stanice, zapněte plnicí čerpadlo a naplňte solární systém. [12]

Pokyny k propláchnutí:

- pomocí plnicí stanice proplachujte solární okruh nejméně 15 minut. Aby se dokonale odstranil vzduch a případné nečistoty ze systému, občas krátce otevřete integrovaný kulový ventil průtokoměru (drážka svisle). [12]

Odvzdušnění systému:

- při běžícím plnicím čerpadle uzavřete vypouštěcí ventil a zvýšte tlak asi na 5 bar
- zavřete napouštěcí ventil a vypněte plnicí čerpadlo, otevřete regulační šroub na průtokoměru (drážka svisle), neodpojujte hadice plnicího čerpadla!
- oběhové čerpadlo (oběhová čerpadla) nastavte na nejvyšší stupeň a několikrát zapnutím a vypnutím odvzdušněte systém (odvzdušněné čerpadlo pracuje téměř bezhlučně)
- průběžně sledujte tlak v systému a při jeho poklesu jej zvýšte zapnutím plnicího čerpadla a otevřením napouštěcího ventilu na 5 bar
- odvzdušnění opakujte tak dlouho, dokud plovák v regulačním ventilu průtokoměru nezaujme při provozu čerpadla stálou polohou a nebudou se objevovat v průtokoměru žádné bublinky. Poté nechte alespoň 5 minut běžet oběhové čerpadlo
- v případě použití automatického odvzdušňovacího ventilu (ventilů), kdekoliv v solárním okruhu, tento ventil po odvzdušnění uzavřete [12]

Zkouška těsnosti:

- při tlaku 5 bar prohlédněte celý systém (všechny spoje, sluneční kolektory, armatury atd.), přičemž se nesmějí projevovat viditelné netěsnosti. Soustavu nechte pod tlakem nejméně 2 hodiny, po kterých proveďte novou prohlídku
- výsledek zkoušky považujte za úspěšný, neobjeví-li se netěsnosti a nebo neprojeví-li se znatelný pokles tlaku v soustavě
- nastavte provozní tlak podle bodu 8.2 Výpočet provozního tlaku soustavy
- nastavte čerpadlo na vhodnou rychlost a nastavte průtok podle průtokoměru a podle údajů v tab. 1
- odpojte hadice plnicí stanice a na napouštěcí a vypouštěcí ventily našroubujte uzávěry
- kulový ventil (ventily) nad čerpadlem zcela otevřete [12]

B.8.4.2 Výpočet tlaků u solárního systému**Výpočet plnicího tlaku**

$$p_o = h_s \cdot \rho \cdot g + p_d (+ p_c)$$

$$p_o = 15 \cdot 1000 \cdot 9,81 + 100 + 1000$$

$$p_o = 148250 Pa = 148,250 kPa$$

Výpočet přednastaveného tlaku expanzní nádoby

Výchozí přetlak v expanzní nádobě upravte před naplněním systému oproti vypočtenému přetlaku soustavy na hodnotu o 0,5 bar nižší.

$$p_{\text{exp}} = p - 0,5 = 2,8 - 0,5 = 2,3 \text{ bar}$$

K nastavení přetlaku se používá běžný tlakoměr pro kontrolu tlaku v pneumatikách s odpovídajícím rozsahem. Expanzní nádoba má pod víčkem běžný automobilový ventilek.

Otevírací přetlak pojistného ventilu

Konstrukční přetlak zařízení solárních systému $p_k = 6 \text{ bar}$

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$$p_{ot} < p_k - (h_m \cdot \rho \cdot g)$$

$$p_{ot} < 600\,000 - (15 \cdot 1000 \cdot 9,81)$$

$$p_{ot} < 452\,850$$

$$p_{ot} = 300\,000 \text{ Pa}$$

Otevírací přetlak pojistného ventilu je 300 kPa.

Výpočet provozního tlaku soustavy

Maximální provozní přetlak p_e

$$p_e = 0,9 \cdot p_{ot}$$

$$p_e = 0,9 \cdot 300\,000$$

$$p_e = 270\,000 \text{ Pa}$$

Maximální provozní přetlak p_e je 270 kPa.

Pojistný ventil je součástí čerpadlové skupiny. Mezi pojistným ventilem a kolektory nesmí být instalována žádná uzavírací armatura.

B.8.4.3 Návrh expanzní nádoby pro solární systém

Expanzní nádoba v solárních soustavách musí být dimenzována na teplotní rozdíl daný minimální teplotou v zimním období a maximální teplotou v letním období a na pojmutí kapaliny všech kolektorů pro případ stagnace (maximální teplota kolektoru při zastaveném průtoku a velké intenzitě slunečního záření)

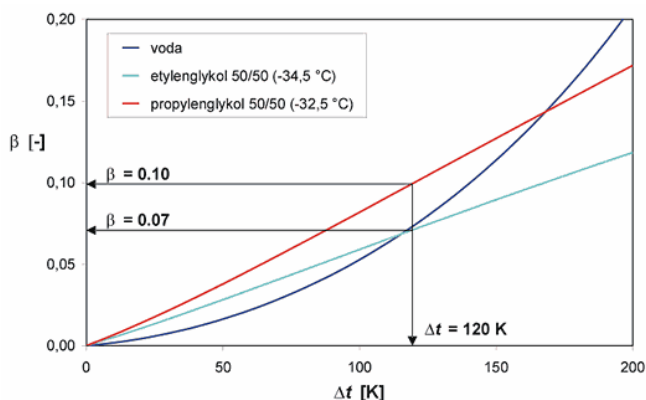
Výpočet velikosti expanzní nádoby

Vstupní údaje

Délky:	Potrubí 18x1	$l = 12,2$
	Potrubí 22x1	$l = 35 \cdot 2 = 70$
Objem kapaliny v potrubí:	$V = 0,201 \cdot 12,2 + 0,314 \cdot 70 = 24,4 \text{ l}$	
Objem kapaliny v kolektorech:	$V = 1,7 \cdot 10 = 17 \text{ l}$	
Objem celkem (bez EN):	$V = 24,4 + 17 = 41,4$	
Objem v expanzní nádobě:	$V = 0,01 \cdot 41,4 = 0,8 \text{ l}$ (minimálně 2 litry)	
Objem celkem (včetně EN)	$V = 41,4 + 2 = 43,4 \text{ l}$	
Počet kolektorů	10 ks	

Rozměr trubky $d_a \times s$ (mm)	Měrný objem vedení $V \text{ (l/m)}$
12 × 0,7	0,088
12 × 1,0	0,079
15 × 0,8	0,141
15 × 1,0	0,133
18 × 0,8	0,211
18 × 1,0	0,201
22 × 1,0	0,314

Obrázek 46: Měrný vodní objem [4]



Obrázek 45: Součinitel roztažnosti [4]

$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o}$$

$$V_{EN} = (43,4 + 43,4 \cdot 0,1 + 17) \cdot \frac{270 + 100}{270 - 148}$$

$V_{EN} = 52l$ volím nejbližší vyšší, EN o objemu 60 litrů

Počet kolektorů	Velikost expanzní nádoby	Max.délka potrubí
3	18	Max. 30 m v součtu výstupního a vratného potrubí
4	25	
5	40	
6	60	
8	60	
9	80	
10	80	
12	100	

(dle tabulky Regulus 80 l, větší objem jim vychází z důvodů jiných tlaků soustavy)



Obrázek 47: EN uzavřená [17]

Návrh: Navrhuji EN o objemu 60 litrů.

B.9 Balance energií solárního systému

Bilanci energií solárního systému byla provedena dvěma způsoby:

- 1) pomocí softwaru EXCEL, kde byly vloženy přímo hodnoty $H_{T,den,teor}$, $H_{T,den,diff}$, T_f pro danou lokalitu z topenářské příručky
- 2) zjednodušený výpočet proveden na www.tzb-info.cz (výpočet zanedbává lokalitu)

B.9.1 Pomocí softwaru EXCEL

Pro výpočet u software EXCEL byly použity tyto vzorce (názorné výpočty pro měsíc duben):

Měsíční teoretický využitelný tepelný zisk kolektorové plochy

$$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot n \cdot H_{T,den} \cdot A_{ks} \cdot (1 - p)$$

$$Q_{k,u} = 0,9 \cdot 0,63 \cdot 30,4 \cdot 2,23 \cdot 92 \cdot (1 - 0,05)$$

$$Q_{k,u} = 1616 \text{ kWh}$$

Využitelné tepelné zisky solární soustavy-balance

$$Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}, Q_{p,c})$$

$$Q_{ss,u} = \min(1616, 2036)$$

$$Q_{ss,u} = 1616 \text{ kWh}$$

Solární pokrytí (solární podíl) za rok

$$f = 100 \cdot \frac{\sum_I^{XII} Q_{ss,u}}{\sum_I^{XII} Q_{p,c}}$$

$$f = 100 \cdot \frac{16453}{24779}$$

$$f = 66\%$$

ÚČINNOSTI SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

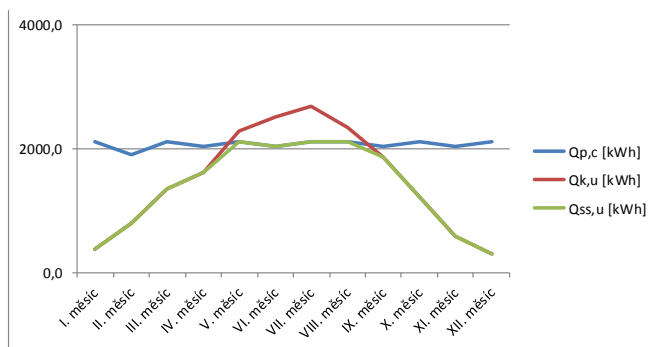
	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	VI. měsíc	VII. měsíc	VIII. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc
$B = 45^\circ G_{T,st}$	539	593	611	588	570	559	554	565	586	575	537	496
Vsetín t_{es}	1,70	2,80	7,00	12,00	17,20	20,20	22,10	21,80	18,50	13,10	7,70	3,50
$\eta_k - 45^\circ$	0,47	0,57	0,61	0,63	0,66	0,68	0,69	0,69	0,68	0,64	0,59	0,53
n_o	0,759	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804	0,804
k_1	3,480	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235	3,235
k_2	0,016	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
t_m	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Denní a měsíční potřeba tepla pro přípravu teplé vody

t-vody	studená	teplá
zima	10	55
léto	15	55

plocha apertury 2,392 m²

τ_r	Vsetín
$H_{T,den,teor}$	vesnice
$H_{T,den,dif}$	vesnice
sklon kolektoru	45°
azimut	0°



	I. měsíc	II. měsíc	III. měsíc	IV. měsíc	V. měsíc	VI. měsíc	VII. měsíc	VIII. měsíc	IX. měsíc	X. měsíc	XI. měsíc	XII. měsíc	CELKEM
počet dnů	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
$O_{TV,den}$	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	67,89	
$Q_{p,TV,m}$	2104,5	1900,8	2104,5	2036,6	2104,5	2036,6	2104,5	2104,5	2036,6	2104,5	2036,6	2104,5	24779
$H_{T,den}$	1,3	2,4	3,5	4,2	5,4	6,0	6,1	5,3	4,5	3,0	1,6	0,9	
$H_{T,den,teor}$	5,34	6,58	7,92	8,90	9,80	10,01	9,75	8,89	8,03	6,96	5,66	4,86	
$H_{T,den,dif}$	0,37	0,53	0,80	1,12	1,39	1,54	1,51	1,29	0,97	0,67	0,44	0,34	
τ_r	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,50	0,37	0,23	0,12	
q_k	0,59	1,38	2,13	2,64	3,60	4,11	4,24	3,69	3,04	1,91	0,96	0,47	
A_k	120,47	51,65	33,42	27,05	19,78	17,36	16,80	19,34	23,43	37,28	74,06	151,13	
P_k	50,36	21,59	13,97	11,31	8,27	7,26	7,02	8,09	9,79	15,58	30,96	63,18	
$A_{ks} (VOLIM 10KS)$	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	23,92	
V_z	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	
$Q_{k,u}$	375	790	1352	1617	2284	2520	2690	2336	1867	1212	591	299	17933
$Q_{ss,u}$	375	790	1352	1617	2104	2037	2104	2104	1867	1212	591	299	16453
f	17,83	41,58	64,26	79,39	100,00	100,00	100,00	100,00	91,65	57,60	29,00	14,21	66
přebytek	0,00	0,00	0,00	0,00	179,83	483,30	585,22	231,82	0,00	0,00	0,00	0,00	1480

B.9.2 Pomocí tzb-info.cz

Výpočet zanedbává lokalitu

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.) jednotek ???

Měrná spotřeba teplé vody na jednotku l/jedn.den ???

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$ l/den ???

Snížená spotřeba tepla v letních měsících ☐ Ano ??? ☒ Ne

Teplota studené vody t_{SV} (5 až 18 °C) °C ???

Teplota teplé vody t_{TV} (19 až 95 °C) °C ???

Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody c ???

☐ Zadat profil odběru teplé vody ???

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	1886	1685	1886	1806	1886	1806	1886	1886	1806	1886	1806	1886

PARAMETRY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - KŘIVKA ÚČINNOSTI JE VZTAŽENA K PLOŠE APERTURY

Optická účinnost η_0 (0 až 1) ???

Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1 W/m².K ???

Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2 W/m².K² ???

Počet kolektorů ks ???

Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1} m² ???

Celková plocha apertury kolektorů m²

Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$???

Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p ???

Sklon kolektoru β ° ???

Azimut kolektoru γ (jih = 0°) ° ???

měsíc	n dny	t_{ep} °C	t_{ca} °C	$G_{T,rel}$ W/m ²	η_k -	$H_{T,den}$ kWh/m ² .den	$H_{T,měs}$ kWh/m ²	$Q_{k,u}$ kWh	$Q_{p,TV}$ kWh	$Q_{p,VYT}$ kWh	$Q_{p,BV}$ kWh	$Q_{p,c}$ kWh	$Q_{ss,u}$ kWh
leden	31	-1.5	2.2	418	0.27	1.1	34.1	229	1886	0	0	1886	229
únor	28	0	3.4	489	0.38	1.97	55.2	482	1685	0	0	1685	482
březen	31	3.2	6.5	535	0.42	3.2	99.2	1020	1886	0	0	1886	1020
duben	30	8.8	12.1	527	0.48	3.98	118.8	1355	1806	0	0	1806	1355
květen	31	13.6	16.6	521	0.5	4.84	150	1846	1886	0	0	1886	1846
červen	30	17.3	20.6	517	0.53	5.29	158.7	2081	1806	0	0	1806	1806
červenec	31	19.2	22.5	512	0.55	5.19	160.9	2165	1886	0	0	1886	1886
srpen	31	18.6	22.6	515	0.55	4.71	146	1972	1886	0	0	1886	1886
září	30	14.9	19.4	516	0.52	3.95	118.5	1522	1806	0	0	1806	1522
říjen	31	9.4	13.8	488	0.48	2.4	74.4	836	1886	0	0	1886	836
listopad	30	3.2	7.3	427	0.34	1.21	36.3	305	1806	0	0	1806	305
prosinec	31	-0.2	3.5	387	0.25	0.77	23.9	147	1886	0	0	1886	147
							1178	13960	21969	0	0	21969	13279

$Q_{ss,u}$	483 kWh/m ² .rok
f	80 % ???
$Q_{ss,u}$	13279 kWh/rok

B.10 Návrh zásobníkového ohřívače pro OZE

Předběžná velikost zásobníku

$$V_z = \text{cca } (1,3 \text{ až } 1,5) \cdot V_{\text{den}}$$

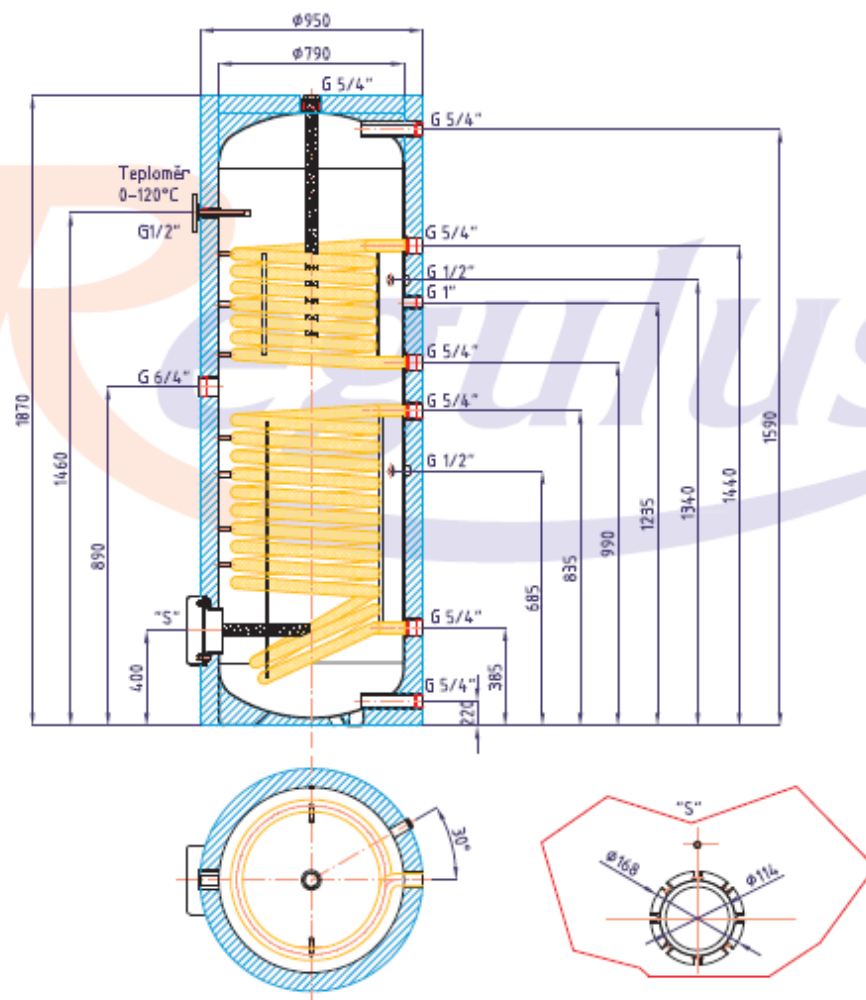
$$V_z = 1,3 \cdot 1000 = 1300\text{l}$$

Zásobníkový ohřívač bude v zimě vytápěn peletovým kotlem a část přípravy teplé vody bude pokrývat solární systém. V letním období bude teplá voda ohřívána solárními panely a částečný dohřev bude pokryt elektrickou topnou vložkou.

Návrh: Navrhuji pouze 1ks zásobníku R2BC 750l se dvěma výměníky. Horní výměník bude napojen na okruh topného systému peletového kotle, dolní výměníky budou ohřívány solárními panely. V ohřívači bude umístěna elektrická topná vložka.

Zásobníkový ohřívač teplé vody R2BC 750

kód: 6485



Celkový objem kapalin v zásobníku včetně výměníků	750 l
Objem kapaliny v zásobníku	723 l
Objem kapaliny v horním výměníku	13,4 l
Objem kapaliny v dolním výměníku	13,4 l
Plocha horního výměníku	2,4 m ²
Plocha dolního výměníku	2,4 m ²
Maximální provozní teplota v zásobníku	95 °C
Maximální provozní teplota ve výměníku	110 °C
Maximální provozní tlak v zásobníku	10 bar
Maximální provozní tlak ve výměníku	10 bar
Příprava TV z 10 °C na 45 °C při teplotě ot.vody 60 °C - horní výměník	2000 l/h (81,3 kW)
Příprava TV z 10 °C na 45 °C při teplotě ot.vody 60 °C - dolní výměník	2000 l/h (81,3 kW)
Hmotnost prázdného zásobníku	270 kg
Klopná výška při sundané izolaci	19117 mm

Obrázek 48: Technický list R2BC 750 [22]

B.11 Návrh ostatních zařízení kotelny

B.11.1. Návrh rozdělovače a sběrače

(stejný u obou variant kotelen)

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=2,34 \text{ m}^3/\text{hod}$$

$$Q_{\text{max}} \text{ výrobku modul } 80 = 6 \text{ m}^3/\text{hod}$$

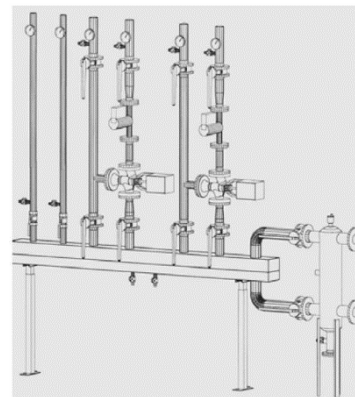
$$2,34 < 6 \text{ m}^3/\text{hod}$$

$$Q_1=1 / 24=0,04 \text{ m}^3/\text{hod} \text{ (teplá voda)}$$

$$Q_2=1, \text{ m}^3/\text{hod} \text{ (otopná větev č.2)}$$

$$Q_3=1,0 \text{ m}^3/\text{hod} \text{ (otopná větev č.2)}$$

Volím R+S od výrobce ETL, modul 80 s maximální délkou 1,5m.



Q_{max} = [m³/hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S_p (m²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6MPa, teplota 110 °C. Maximální rychlost proudění vody v tělese je 1,0 m/s.

Obrázek 49: R+S ETL, moduly [18]

B.11.2 Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků

HVDT u kotelny na peletky bude nahrazen akumulární nádrží.

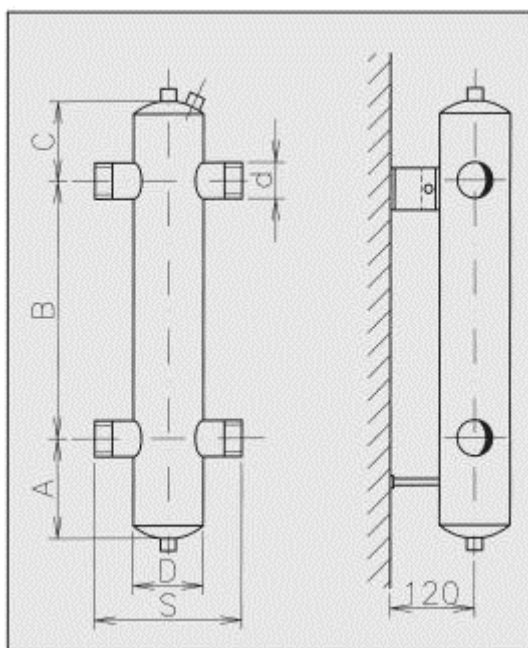
HVDT u plynové kotelny bude navržen od firmy ETL ve velikosti 63B, průtok do 2,5 m³/hod.

HVDT – ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
Vla	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

* HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí dodávky je nástěnná konzola) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní bílá barva radiátorová.

Obrázek 50: HVDT - základní rozměry [18]



Obrázek 51: HVDT [18]

B.11.3 Návrh vyvažovacích ventilů

1)Větev severní (malá)

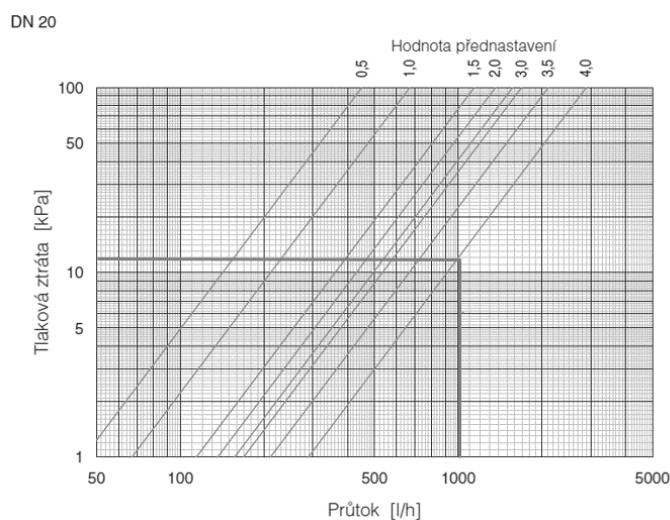
Návrh: Žádný. Pro větev severní není potřeba vyvažovacího ventilu.

2)Větev jižní (velká)

-vyvažovací ventil u jižní větve navrhujeme z důvodů malé tlakové ztráty.

Návrh: Vyvažovací ventil koncových zařízení firmy HydronicSystem, typ D 9535 DN 20, jedná se o ventil pro ruční hydronické vyvážení potrubních sítí.

Průtok: 1 005 m³/hod, tlaková ztráta 12 kPa

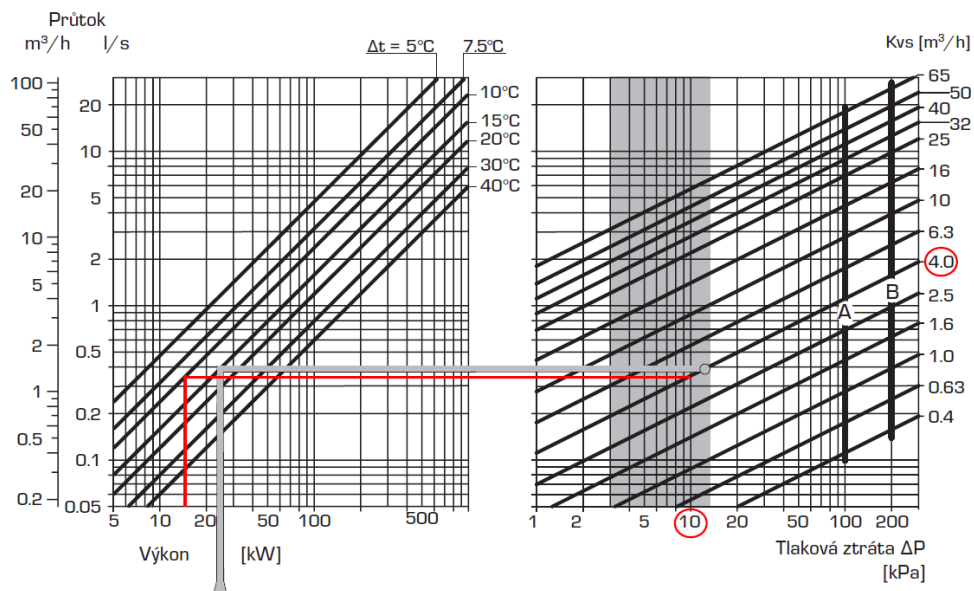


Obrázek 52: Graf pro vyvažovací ventily

B.11.4 Návrh trojcestného směšovacího ventilu

1) Větev severní (malá)

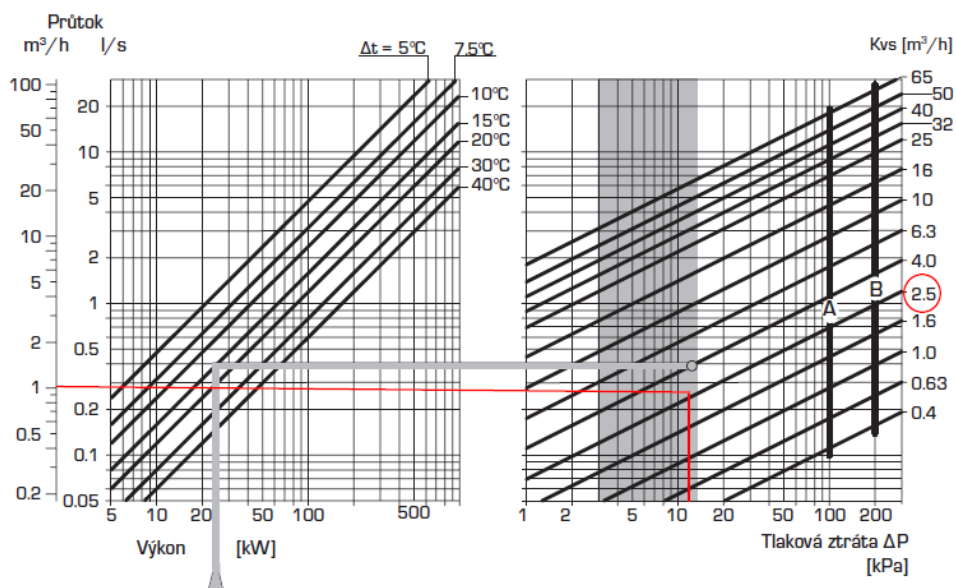
Návrh: Trojcestný směšovací ventil firmy značky ESBE, řady VRG 130 tlaková ztráta 10 kPa, hodnota $K_{vs}=4,0\text{m}^3/\text{h}$.



Obrázek 53: Návrh trojcestného směšovacího ventilu - sever [19]

2) Větev jižní (velká)

Návrh: Trojcestný směšovací ventil firmy značky ESBE, řady VRG 130 tlaková ztráta 5,5 kPa, hodnota $K_{vs}=4,0\text{m}^3/\text{h}$ (hodnota K_{vs} udává průtok ventilem v m^3/hod při plném otevření a tlakové ztrátě na ventilu 100 kPa)

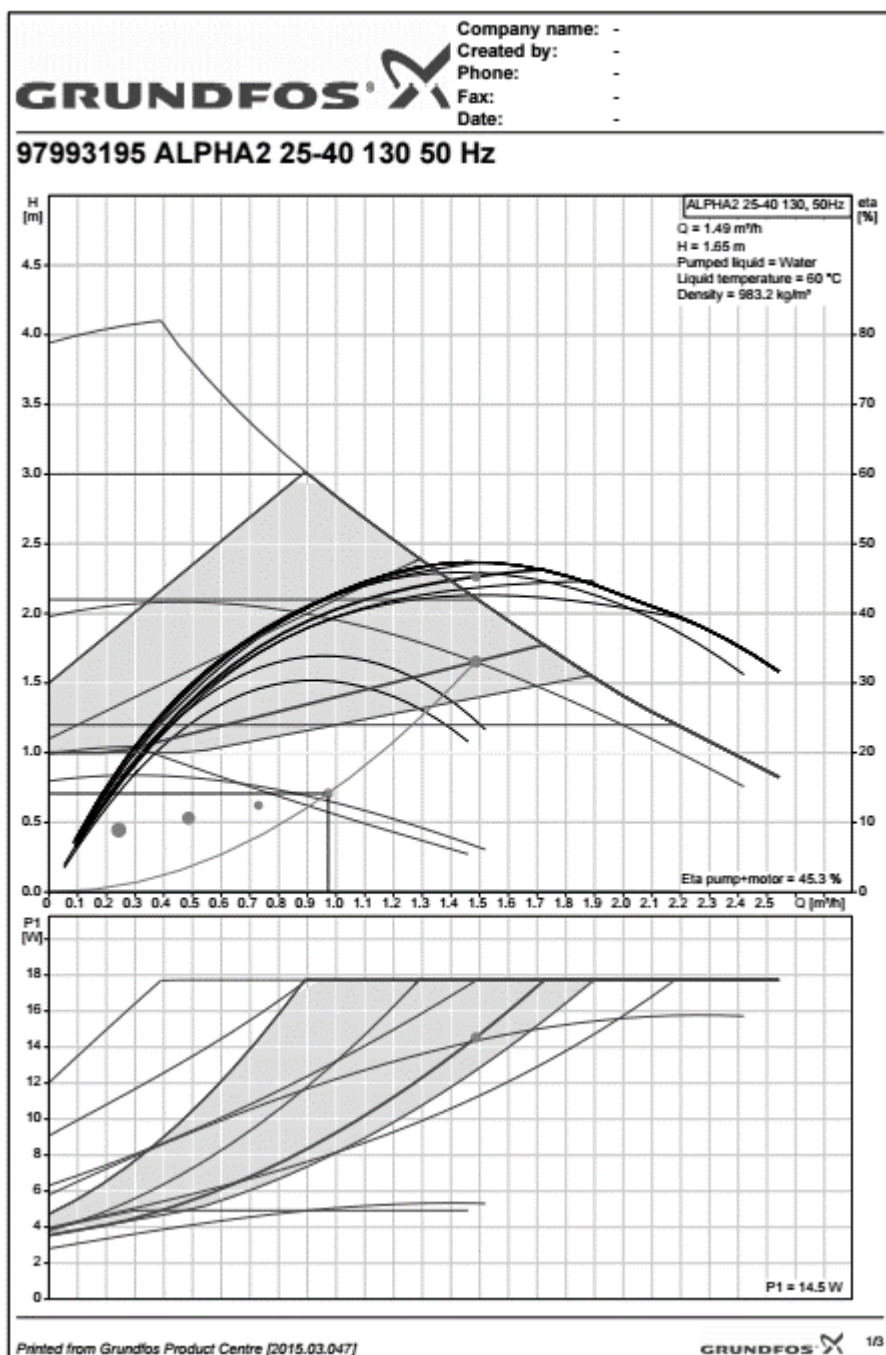


Obrázek 54: Návrh trojcestného směšovacího ventilu - jih [19]

B.11.5 Návrh čerpadel

1) Čerpadlo pro dodávku ohřevu teplé vody v zásobníku

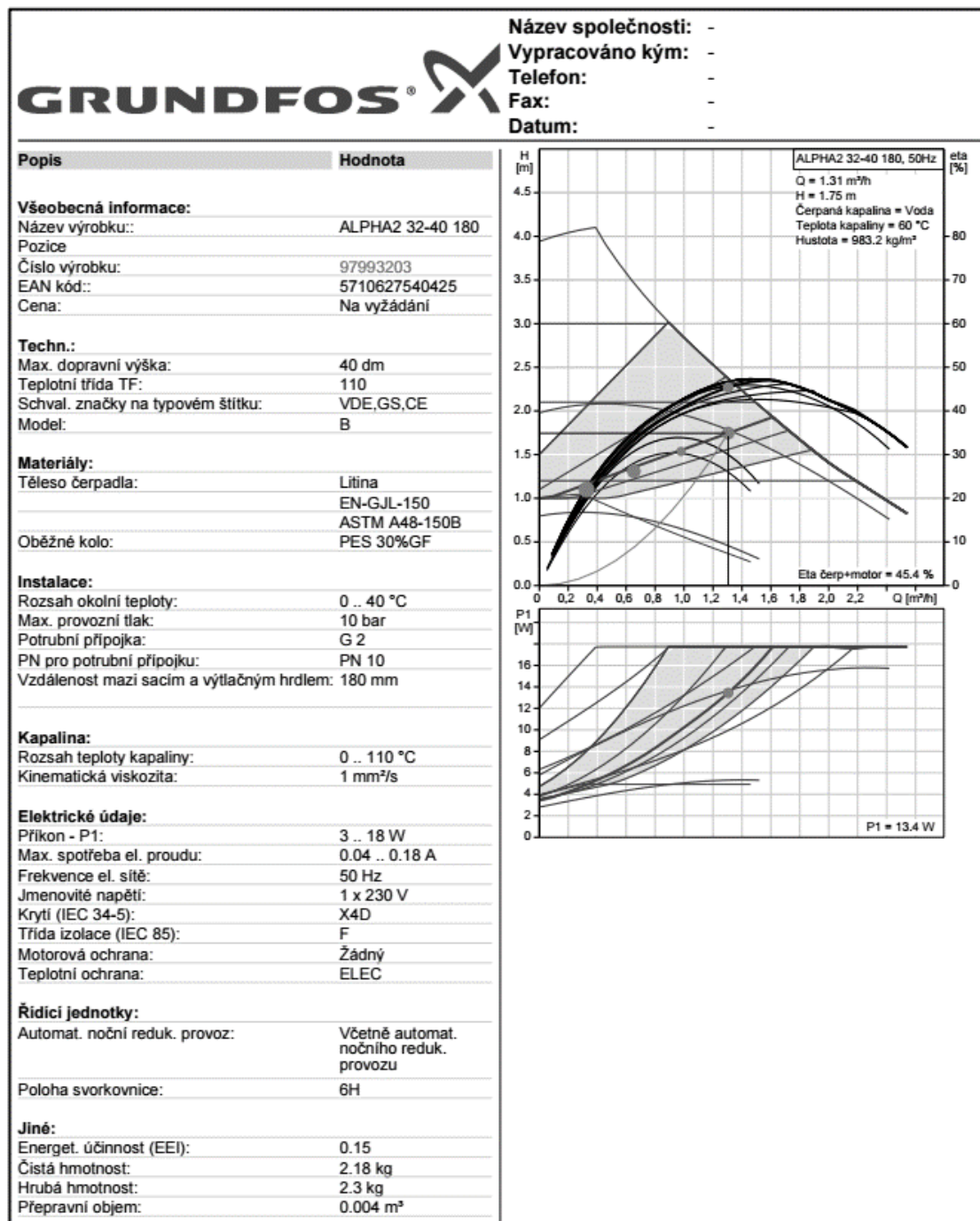
Navrhuji čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130



Obrázek 55: Čerpadlo č.1 [23]

2) Čerpadlo topné větve severní (malá)

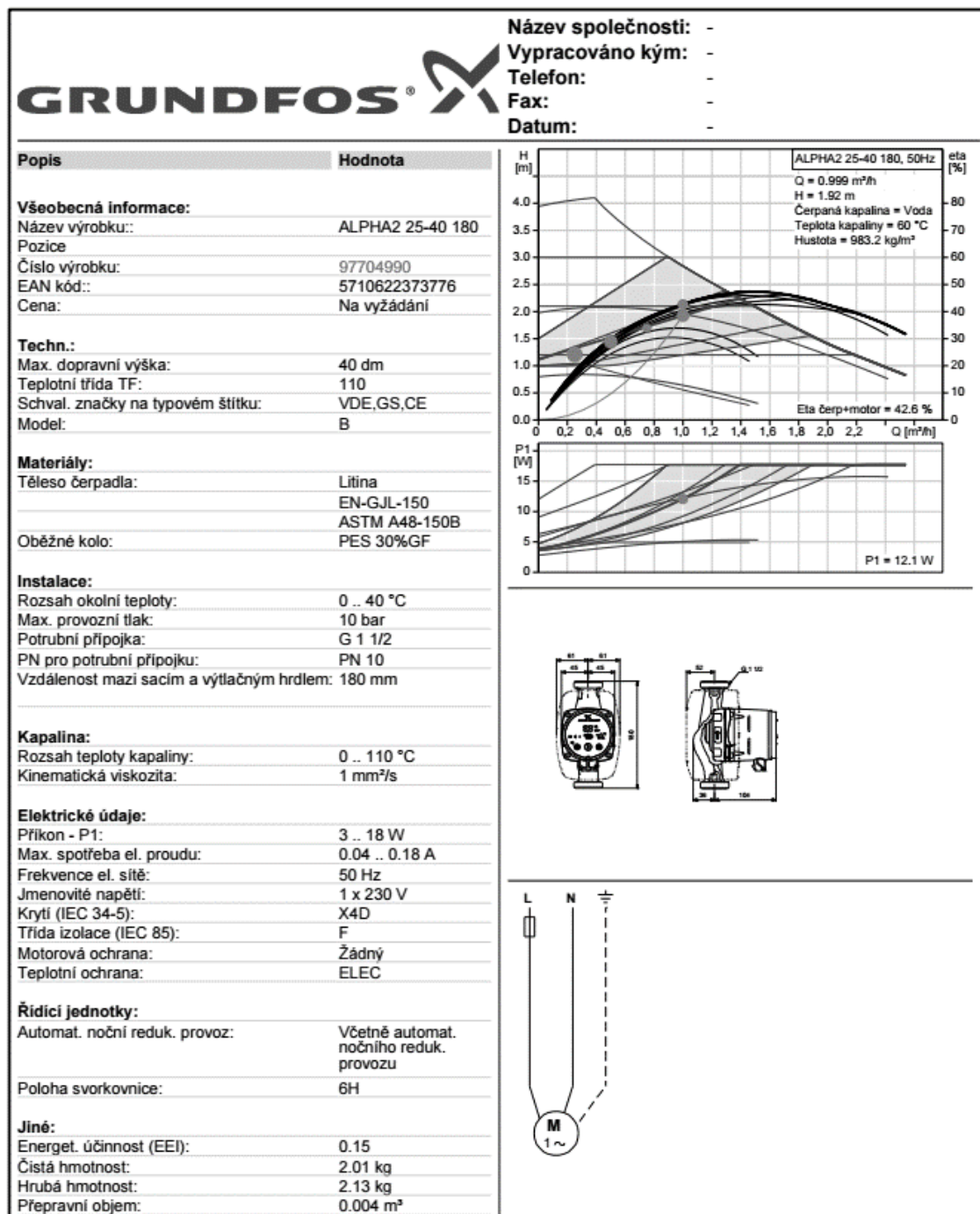
Návrh: Navrhuji čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 32-40 180 s funkcí AUTOADAPT



Obrázek 56: Čerpadlo č.2 [23]

3) Čerpadlo topné větve jižní (velká)

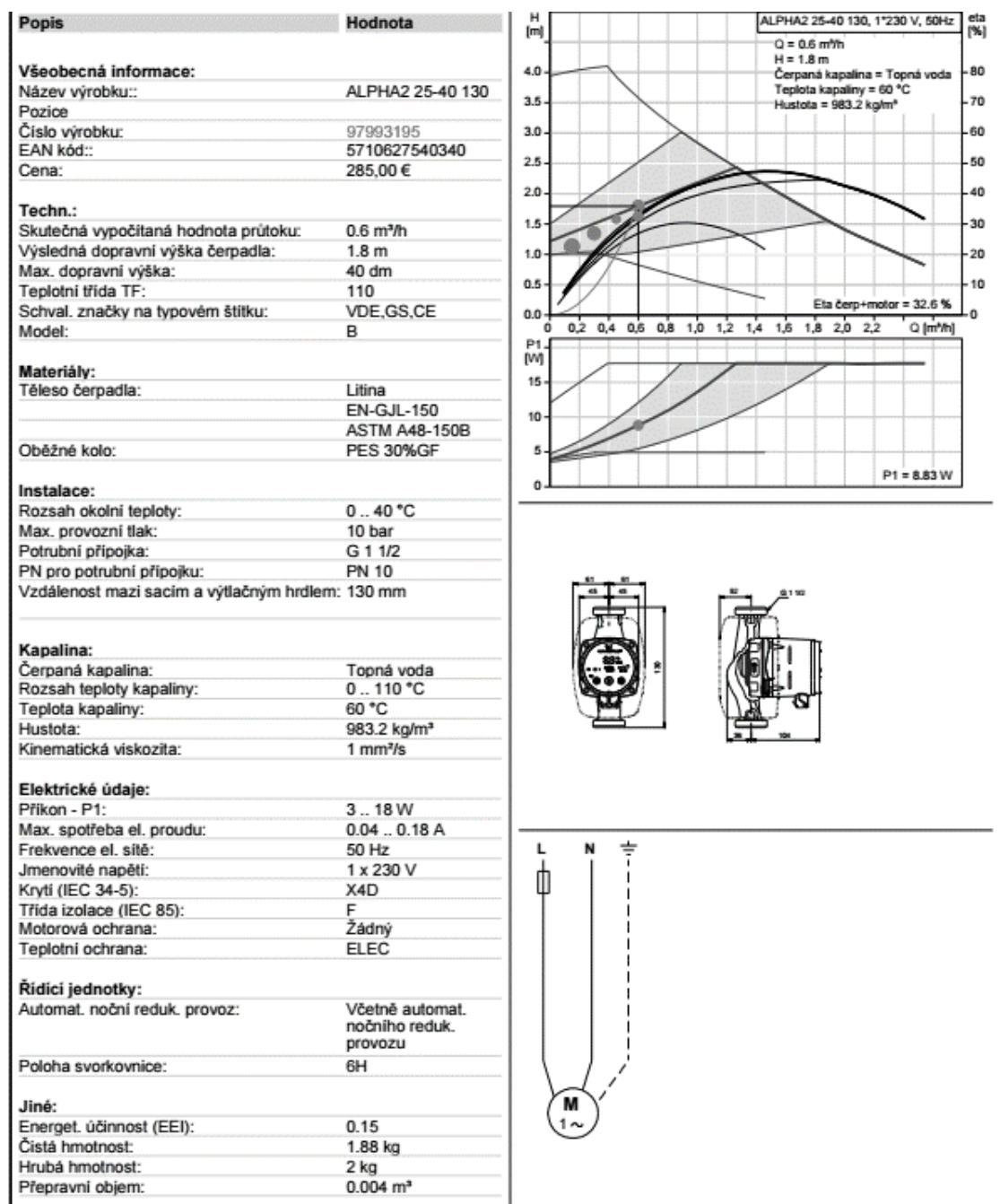
Návrh: Navrhuji čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 180 s funkcí AUTOADAPT



Obrázek 57: : Čerpadlo č.3 [23]


4)Čerpadlo pro solární systém

str123 Návrh: Navrhují čerpadlo Grundfos ALPHA2 25-40 130




Obrázek 58:: Čerpadlo č.4 [23]


B.11.6 Návrh izolace potrubí

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS ▼</p> <p>Rozměry izolace - tl. 25 ▼</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0,039$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď ▼</p> <p>Rozměry trubky - 18x1 ▼</p> <p>Průměr $d = 18$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
<p>$D = d + 2 s_{iz} = 68$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 80$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $\phi = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 13,6$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 ▼ => $U_{o,193/2007} = 0,18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_o = 0,169 \leq 0,18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 24,7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 33,9$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 10,1$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>70 %</p>
<p>Sřední spotřeba izolace</p>	<p>0.1351 m² - platí pro plošnou izolaci</p>


Obrázek 59: Izolace potrubí 18x1 [6]

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0,039$ W / m K		 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
Trubka Měď Rozměry trubky - 22x1 Průměr $d = 22$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K		
$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm		Potrubí Teplota média $t_{in} = 80$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $\phi = 65$ % Teplota rosného bodu $t_w = 13,6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)		DN 20 - DN 32 $\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0,18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí		$U_o = 0,173 \leq 0,18$ W / m K \Rightarrow VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí		$t_{p,iz} = 24$ °C $> t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace		$q_p = 41,5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací		$q_{iz} = 10,4$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí		75 %
Střední spotřeba izolace		$0,1634$ m ² - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 60: Izolace potrubí 22x1 [6]

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 40 Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.039$ W / m K		 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
Trubka Měď Rozměry trubky - 28x1.5 Průměr $d = 28$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K		
$D = d + 2 s_{iz} = 108$ mm		Potrubí Teplota média $t_{in} = 80$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $\phi = 85$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K		
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0.171 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007		
Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 23$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci		
Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 52.8$ W/m		
Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 10.3$ W/m		
Energetická úspora izolovaného potrubí 81 %		
Střední spotřeba izolace 0.2136 m ² - platí pro plošnou izolaci		

Obrázek 61: Izolace potrubí 28x1,5 [6]

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 50 Tloušťka $s_{iz} = 50$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.039$ W / m K		 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
Trubka Měď Rozměry trubky - 35x1.5 Průměr $d = 35$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K		
$D = d + 2 s_{iz} = 135$ mm		Potrubí Teplota média $t_{in} = 80$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K	
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.173 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007	
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 22.4$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 66$ W/m	
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 10.4$ W/m	
Energetická úspora izolovaného potrubí	84 %	
Střední spotřeba izolace 0.267 m ² - platí pro plošnou izolaci		

Obrázek 62: Izolace potrubí 35x1,5 [6]

B.12 Návrh zabezpečovacích zařízení

B.12.1 Návrh expanzní nádoby (I.varianta)

Zdroj tepla: Plynový kotel

1)Objem vody v soustavě

Potrubí	45,5 l
Otopná tělesa	282,5 l
Ostatní	45 l
Celkový objem otopné soustavy	373 l

2)Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot 0,035 = 1,3 \cdot 373 \cdot 0,0295 = 14,3 \text{ dm}^3$$

V_o je objem vody v otopné soustavě (dm^3)

n koeficient tepelné roztažnosti

Koeficient roztažnosti se určuje pro teplotu vody, která se z 10°C ohřívá na maximální požadovanou teplotu v soustavě:

Δt_m	40	60	70	80	90
n	0,012	0,023	0,0295	0,035	0,044

3)Objem expanzní nádoby s membránou či vakem

$$V_{ep} = \frac{V_e(p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} \quad V_{ep} = \frac{14,3(250 + 100)}{(250 - 140)} = 45,51 \text{ m}^3$$

V_e je expanzní objem (m^3)

p_{hp} předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]

p_h horní provozní přetlak [kPa]

Nejnižší dovolený přetlak:

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g = 1,1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 129,492 \text{ kPa}$$

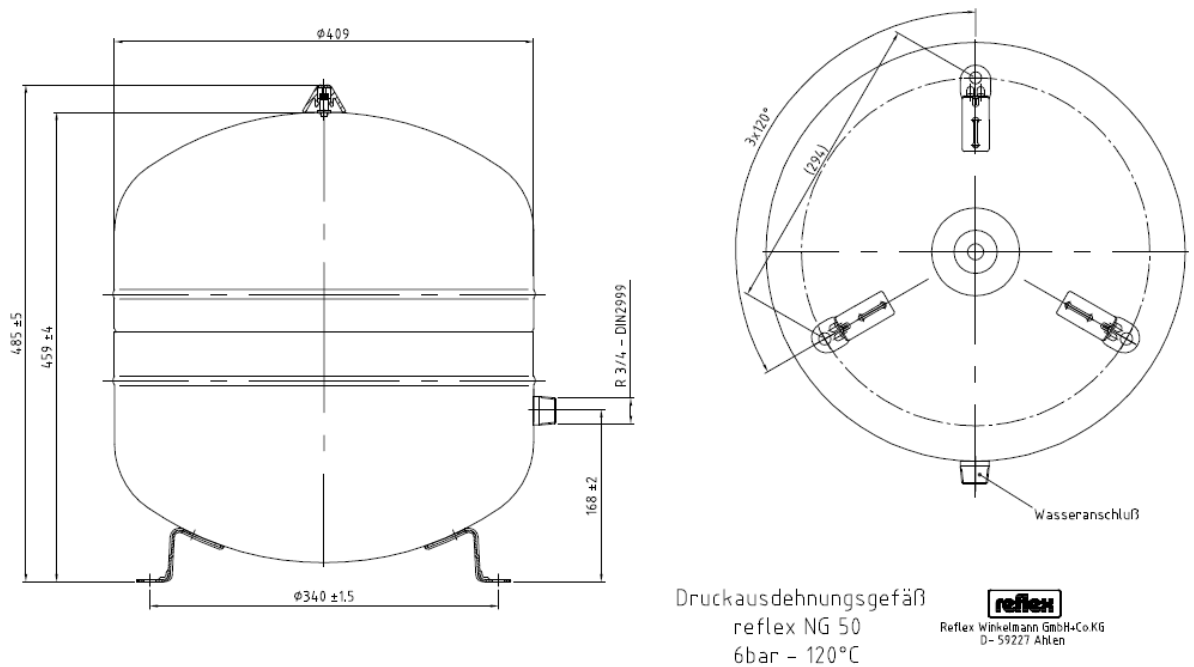
$$p_d \geq p_{ddov} \rightarrow p_d = 140 \text{ kPa}$$

Nejvyšší dovolený přetlak:

$$P_{h,dov} \geq p_k - (h_m \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 300 - (1,0 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290,19 \text{ kPa}$$

Volím otevírací přetlak 250 kPa

Návrh: Expanzní nádoba Reflex NG 50/6 (průměr 409mm, výška 493mm, připojení R 3/4)



Obrázek 63: EN reflex NG 50/6 [11]

B.12.2 Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 32,7^{0,5} = 13,4 \text{ mm} \rightarrow \text{navrženo potrubí } 15 \times 1$$

kde d_p vnitřní průměr potrubí [mm]

Q_p výkon zdroje tepla [kW]

B.12.3 Návrh expanzní nádoby (II.varianta)

Zdroj tepla: OZE

1)Objem vody v soustavě

Potrubí	45,5 l
Otopná tělesa	282,5 l
Ostatní	1520 l
Celkový objem otopné soustavy	2221 l

2)Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

$$V_e = 1,3 \cdot 2221 \cdot 0,0295 = 85 \text{ dm}^3$$

V_o je objem vody v otopné soustavě (dm^3)

n koeficient tepelné roztažnosti

Koeficient roztažnosti se určuje pro teplotu vody, která se z 10°C ohřívá na maximální požadovanou teplotu v soustavě:

Δt_m	40	60	70	80	90
n	0,012	0,023	0,0295	0,035	0,044

3)Objem expanzní nádoby s membránou či vakem

$$V_{ep} = \frac{V_e(p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} \quad V_{ep} = \frac{85(250 + 100)}{(250 - 140)} = 270 \text{ dm}^3$$

V_e je expanzní objem (dm^3)

p_{hp} předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]

p_h horní provozní přetlak [kPa]

Nejnižší dovolený přetlak:

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g = 1,1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 129,492 \text{ kPa}$$

$$p_d \geq p_{ddov} \rightarrow p_d = 140 \text{ kPa}$$

Nejvyšší dovolený přetlak:

$$P_{h,dov} \geq p_k - (h_m \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 300 - (1,0 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290,19 \text{ kPa}$$

Volím otevírací přetlak 250 kPa

Návrh:

Expanzní nádoba Reflex N 300/6 (průměr 634mm, výška 1060mm, připojení R 1)

B.12.4 Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 30^{0,5} = 13,2 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{navrženo potrubí 15x1}$$

kde d_p vnitřní průměr potrubí [mm]

Q_p výkon zdroje tepla [kW]

B.12.5 Návrh pojistných ventilů

B.12.5.1 Návrh pojistného ventilu pro otopnou soustavu

Průřez sedla pojistného ventilu

$$A_o = Q_p / (\alpha_v \cdot K) = 30 / (0,565 \cdot 1,26) = 42,1 \text{ mm}^2 \Rightarrow d_i = 7,1 \text{ mm}$$

p [kPa]	K [kW/mm ²]
180	0,91
200	0,97
250	1,12
300	1,26
350	1,41

skutečný rozměr sedla

$$d_0 = d_i \cdot a = 7,1 \cdot 1,34 = 9,5 \text{ mm}$$

Výtokový součinitel α_v	0,08	0,1	0,14	0,2	0,28	0,4	0,56	0,8
Součinitel zvětšení sedla a	3,54	3,16	2,67	2,24	1,89	1,58	1,34	1,12

meibes
Effiziente Energietechnik

Pojistné ventily pro systémy vytápění a TV

Závitové 1/2" – 2"; 0,5 – 10 barů

- Pojistné ventily DUCO mají přídavnou pojistnou krytku. Ta zamezuje manipulaci nepovolaným osobám a poškození.
- Veškeré díly přicházející do styku s vodou a díly pod tlakem jsou z mosazi.
- Těsnění sedla ventilu je ze silikonové pryže, a proto není ani při velmi vysokých teplotách vystaveno riziku přilepení na sedlo.
- Oddělovací membrána je vyrobena z EPDM.
- Pojistné ventily mají deklarovanou konformitu dle direktiv EU.



Tabulka údajů pro výpočet dle ČSN 13 43 09

Označení Typ DUCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm ²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance ± 10 % Při p_o nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" x 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" x 3/4" M	15	113	0,444	250
Pro systémy TV: lze použít i pro topení pokud PN instalovaných zařízení není menší než PN 6				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	600; 800
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	600; 800
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	600; 700; 800; 900; 1000
3/4" x 1"	20	176	0,565	600; 700; 800; 900; 1000
1" x 1 1/4"	25	254	0,684	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	600; 700; 800; 900; 1000
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	600; 700; 800; 900; 1000
Pro zásobníky TV				
1/2" EB	15			600; 800; 1000
1" EB	20			600; 800

Obrázek 64: Technické údaje k pojistným ventilům [20]

Profil (vnitřní průměr) pojistného potrubí

$$dp=15+1,4 \cdot Q_p^{0,5}=15+1,4 \cdot 30^{0,5}=22,4\text{mm} \Rightarrow \text{navrženo potrubí } 22 \times 1$$

Navrhují pojistný ventil DUCO 1" x 1 1/4" DN 25 (v tomto případě rozhoduje o velikosti vstupní pojistné potrubí)

Návrh : DUCO 1" x 1 1/4" DN 25
otevírací přetlak: 300 kPa

B.12.5.2 Návrh pojistného ventilu pro ohřev teplé vody

Dle normy ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení, postačí pojistný ventil o DN 25 na navržený ohříváč teplé vody do 750 l. Nastavený tlak pojistného ventilu bude 1 MPa

Návrh: Typ DUCO pro systémy TV 1" x 1 1/4" DN 25

Pro systémy TV: lze použít i pro topení pokud PN instalovaných zařízení není menší než PN 6				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	600; 800
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	600; 800
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	600; 700; 800; 900; 1000
3/4" x 1"	20	176	0,565	600; 700; 800; 900; 1000
1" x 1 1/4"	25	254	0,684	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	600; 700; 800; 900; 1000
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	600; 700; 800; 900; 1000

Obrázek 65: DN pojistných ventilů [20]

B.13 Roční potřeba tepla

B.13.1 Potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TV,R} = Q \cdot d + 0,8 \cdot Q \cdot \frac{55 - t_{SV,L}}{55 - t_{SV,Z}} \cdot (N - d) \text{ [kWh/rok]}$$

d = počet otopných dnů v roce v dané lokalitě (lokalita: Vsetín = 236 otopných dní)

N = počet dní v roce = 365

$t_{SV,L}$ = teplota studené vody v létě = 15°C

$t_{SV,Z}$ = teplota studené vody v zimě = 10°C

$$Q_{TV,R} = 78,45 \cdot 236 + 0,8 \cdot 78,45 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 10} \cdot (365 - 236) = 25710 \text{ [kWh/rok]} = 25,71 \text{ [MWh/rok]}$$

Kontrola provedena pomocí www.tzb-info.cz

Lokalita (Tabulka) Město: <input type="text" value="Vsetín"/> Délka topného období: $d = 236$ [dny] Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ °C Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3,6$ °C	
<input type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c =$ <input type="text"/> kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} =$ <input type="text"/> °C Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3870$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i =$ <input type="text"/> $\eta_o =$ <input type="text"/> $e_t =$ <input type="text"/> $\eta_r =$ <input type="text"/> $e_d =$ <input type="text"/> Opravný součinitel ε <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,765$ <input type="radio"/> $\varepsilon =$ <input type="text"/> $Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = \{ \begin{matrix} 0 \text{ GJ/rok} \\ 0 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \}$ Náklady	<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ °C $\rho = 1000$ kg/m ³ $t_2 = 55$ °C $c = 4186$ J/kgK $V_{2p} = 1$ m ³ /den Koeficient energetických ztrát systému $z = 0,5$ Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 78,5$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \{ \begin{matrix} 90 \text{ GJ/rok} \\ 25 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \}$ Náklady
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \{ \begin{matrix} 90 \text{ GJ/rok} \\ 25 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \}$ Náklady	

Obrázek 66: Pořeba tepla pro ohřev teplé vody [21]

B.13.2 Potřeba tepla pro vytápění

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ °C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ °C}$???	
Město	Vsetín	Délka topného období	$d = 236$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ °C		Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3.6$ °C	

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c = 26,6$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ °C ??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3870$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.85$??? $\eta_o = 0.95$??? $e_t = 0.90$??? $\eta_r = 0.95$??? $e_d = 1.00$??? Opravný součinitel ε ??? <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ $Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = \left(\begin{matrix} 215.4 \text{ GJ/rok} \\ 59.8 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \right) > \text{Náklady}$	<input type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = -$ °C ??? $\rho = -$ kg/m ³ ??? $t_2 = -$ °C ??? $c = -$ J/kgK ??? $V_{2p} = -$ m ³ /den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = -$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 78.5$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = -$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = -$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = -$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left(\begin{matrix} 0 \text{ GJ/rok} \\ 0 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \right) > \text{Náklady}$
--	--

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody	
$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} =$	215.4 GJ/rok 59.8 MWh/rok

Obrázek 67: Potřeba tepla pro vytápění [21]

B.13.3 Celková potřeba tepla

Lokalita (Tabulka) Město <input type="text" value="Vsetín"/> Délka topného období d = <input type="text" value="236"/> [dny] Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ °C Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3.6$ °C	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Vytápění</p> <p>Tepelná ztráta objektu $Q_c = 26,6$ kW</p> <p>Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ °C ???</p> <p>Vytápění denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3870$ K.dny</p> <p>Opravné součinitele a účinnosti systému</p> <p>$e_i = 0.85$??? $\eta_o = 0.95$??? $e_t = 0.90$??? $\eta_r = 0.95$??? $e_d = 1.00$???</p> <p>Opravný součinitel ϵ ???</p> <p><input checked="" type="radio"/> $\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\epsilon = 0.765$</p> <p>$Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$Q_{VYT,r} = \left\{ \begin{array}{l} 215.4 \text{ GJ/rok} \\ 59.8 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\}$ Náklady</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody</p> <p>$t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m³ ??? $t_2 = 55$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 1$ m³/den ???</p> <p>Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$???</p> <p>Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody</p> <p>$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 78.5$ kWh</p> <p>Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny]</p> <p>$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$</p> <p>$Q_{TUV,r} = \left\{ \begin{array}{l} 90 \text{ GJ/rok} \\ 25 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\}$ Náklady</p>
<p align="center">Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody</p> <p align="center">$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left\{ \begin{array}{l} 305.4 \text{ GJ/rok} \\ 84.8 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\}$ Náklady</p>	

Obrázek 68: Celková roční potřeba tepla [21]

B.14 Potřeba paliva

B.14.1 Potřeba paliva pro ohřev teplé vody

Náklady na vytápění		Výpočtová spotřeba tepla = 90 GJ			
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m ³) <small>ceny</small> Dodavatel: <input type="text" value="RWE Energie, a.s."/> Spotřeba plynu: <input type="text" value="20000 - 25000 kWh"/> /rok	<input type="text" value="1,23874"/> /kWh vztažena ke spalnému tepleu ??? 13,01 Kč/m³ + 277 Kč/měsíc	<input type="text" value="Kotel kondenzační (102%)"/> účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP ???	1,48	27212 kWh 2591 m ³	37047,-

II.varianta zdroje tepla

Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg) <small>ceny</small>	<input type="text" value="5,20"/> /kg	<input type="text" value="Automatický kotel na pelety (90%)"/>	1,22	5882 kg	30588,-
---	---------------------------------------	--	------	---------	----------------

Obrázek 69: Spotřeba paliva [21]

Skutečná hodnota spotřeby dřevěných pelet bude menší. Část přípravy teplé vody pokryje solární systém. Úspora, v případě využití dřevěných pelet a zanedbání částečného pokrytí ze solárního systému, činí 6456 Kč/rok.

B.14.2 Potřeba paliva pro vytápění

Náklady na vytápění		Výpočtová spotřeba tepla = 215,4 GJ			
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m ³) <small>ceny</small> Dodavatel: <input type="text" value="RWE Energie, a.s."/> Spotřeba plynu: <input type="text" value="20000 - 25000 kWh"/> /rok	<input type="text" value="1,23874"/> /kWh vztažena ke spalnému tepleu ??? 13,01 Kč/m³ + 277 Kč/měsíc	<input type="text" value="Kotel běžný (89%)"/> účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP ???	1,6	74640 kWh 7108 m ³	95823,-

II.varianta zdroje tepla

Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg) <small>ceny</small>	<input type="text" value="5,20"/> /kg	<input type="text" value="Automatický kotel na pelety (90%)"/>	1,22	14078 kg	73208,-
---	---------------------------------------	--	------	----------	----------------

Obrázek 70: Spotřeba paliva [21]

Závěr: Předpokládaná celková úspora u II.varianty zdroje je 22615 Kč/rok.

B.14.3 Celková potřeba paliva

Náklady na vytápění		Výpočtová spotřeba tepla = 305,4 GJ			
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok

I.varianta zdroje tepla

Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m ³) <small>ceny</small> Dodavatel: RWE Energie, a.s. ▾ Spotřeba plynu: 20000 - 25000 kWh ▾ /rok	1,23874 /kWh vztažena ke spalnému tepleu ??? 13,01 Kč/m³ + 277 Kč/měsíc	Kotel běžný (89%) ▾ účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP ???	1,59	105826 kWh 10078 m ³	134472,-
--	---	---	------	------------------------------------	-----------------

II.varianta zdroje tepla

Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg) <small>ceny</small>	5,20 /kg	Automatický kotel na pelety (90%) ▾	1,22	19961 kg	103796,-
---	----------	-------------------------------------	------	----------	-----------------

Obrázek 71: Spotřeba paliva [21]

Závěr: Skutečná hodnota spotřeby dřevěných pelet bude menší. Část přípravy teplé vody pokryje solární systém. Předpokládaná úspora, v případě využití dřevěných pelet a zanedbání částečného pokrytí ze solárního systému, činí 30676 Kč/rok. Skutečná úspora bude větší.

C PROJEKT

Popis objektu

Novostavba bytového domu se bude nacházet v obci Hovězí, 10km od vzdáleného města Vsetín.

Objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. V každém nadzemním podlaží jsou dvě bytové jednotky, celkem tedy 8 bytových jednotek. V podzemním podlaží je kotelna, místnost pro skladování paliva a kóje pro bytové jednotky.

Konstrukční systém budovy je stěnový. Obvodové zdivo je z cihel POROTHERM. Okna budou kvalitní dřevěná, stejně jako vstupní dveře do objektu. V objektu budou dvě instalační šachty, které budou umístěny vždy v místnosti se záchodem. V těchto instalačních šachtách povedou kromě rozvodu potrubí pro vytápění také kanalizace, i rozvod teplé a studené vody.

Potřebné hodnoty pro výpočet ztrát bytového domu je vnitřní teplota v obytných místnostech 20°C, na chodbách 15°C a v koupelně 24°C. Výpočtová venkovní teplota je -15°C. Větrání bude přirozené.

Vytápění bude provedeno dvourubkovou teplovodní soustavou s teplotním spádem 55/45°C.

C.1 Technická zpráva

Obecné informace

Projektová dokumentace řeší systém vytápění bytového domu a přípravu teplé vody. Objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. V každém nadzemním podlaží jsou dvě bytové jednotky, celkem tedy 8 bytových jednotek. V podzemním podlaží je technická místnost, místnost pro skladování paliva (v případě umístění peletového kotle) a kóje pro bytové jednotky.

V bakalářské práci budou zpracovány dvě varianty zdroje vytápění. První variantou bude levnější kotelná s plynovým kotlem pro vytápění i ohřev teplé vody. Druhou variantou bude využití obnovitelných zdrojů energie. V druhé variantě bude objekt vytápěn peletovým kotlem a část přípravy ohřevu teplé vody bude pokrývat solární systém. Bytový dům je novostavba, která bude postavena v obci Hovězí.

Klimatické podmínky

Budova se nachází v oblasti blízko místa Vsetín, kde uvažujeme výpočtovou venkovní teplotu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Délka otopného období 236 dní pro $t_{em}=13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Střední venkovní teplota je $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Technické podklady

Podklady pro zpracování projektu sloužily stavební výkresy půdorysu 1.NP, 2.NP, 3.NP, 4.NP, 1.PP a řez objektu.

Tepelné ztráty budovy

Podrobný výpočet tepelných ztrát byl proveden pomocí programu Protech. Objekt se nachází v oblasti s výpočtovou venkovní teplotou $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Návrhová teplota v obytných místnostech je $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, na chodbách $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, schodiště vytápěno na $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v koupelně $24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Chodba vykazovala velice malé tepelné ztráty a otopná tělesa zde nebudou instalována. Výpočet tepelných ztrát byl proveden pro všechny místnosti v 1.NP, 2.NP, 3.NP a 4.NP. Součinitele prostupu tepla U jsou vypočteny z tloušťky konstrukcí a příslušných součinitelů tepelné vodivosti. V objektu byla použita dřevěná okna typu se součinitelem prostupu tepla $U = 1,5\text{ W/m}^2\text{K}$. Vstupní dveře do objektu jsou dřevěné se součinitelem prostupu tepla $U = 3,0\text{ W/m}^2\text{K}$ a vnitřní dveře dřevěné se součinitelem

prostupu tepla $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tepelná ztráta objektu vyšla podle přesných výpočtů 26,6 kW.

Otopná soustava

Navržena otopná soustava dvoutrubková s celkem 3 stoupacími potrubími. Teplotní rozdíl otopné vody 55/45°C. Z rozdělovače vedou celkem 3 větve. Větev č.1 bude vedena na ohřev teplé vody, větev č.2 bude vedena pro otopnou soustavu severní části objektu. Poslední větev č.3 bude pro vytápění otopných těles jižní části objektu.

Zdroj tepla pro vytápění – I.varianta

První varianta bude levnější kotelna s plynovým kotlem pro vytápění i ohřev teplé vody. Plynový kondenzační kotel s Logamax plus GB 162-35 s jmenovitým výkonem 32,7 kW.

Zdroj tepla pro vytápění – II.varianta

Druhou variantou bude využití obnovitelných zdrojů energie. Objekt bude vytápěn peletovým kotlem a část přípravy ohřevu teplé vody bude pokrývat solární systém. Kotel bude umístěn v technické místnosti a solární systém na střeše budovy.

Peletový kotel Logano G221 30 A je automatickým kotlem na hnědé a černé uhlí a dřevní pelety. Jeho jmenovitý výkon bude 30 kW. Kotel na pelety umí pracovat s rozsahem kotlové vody od 65 - 80°C. Otopná tělesa jsou navržena na teplotní rozdíl 55/45 °C pro venkovní výpočtovou teplotu -15°C. Jelikož peletový kotel neumí pracovat s teplotním spádem 55/45°C, bude nutná instalace akumulčního zásobníku.

Akumulční zásobník zajistí, aby kotel na pelety mohl pracovat na plný výkon, bez toho, že by byly obytné místnosti zbytečně přetápěny. Díky akumulčnímu zásobníku nebude kotel spínat a vypínat několikrát za hodinu. Kotel pojede vždy na jmenovitý výkon a po dobití akumulčního zásobníku vypne. Teplá voda si z akumulční nádrže bude odebírat vodu pro její ohřev.

Solární systém bude od značky Regulus, typ kolektoru KPG1-ALC. Každý kolektor bude mít skutečnou aperturní plochou 2,392 m². Navrženo celkem 10 ks kolektorů. Celková plocha 10ks činí 23,92 m². Pro výpočet vhodného návrhu počtů kolektorů jsem vycházel podle měsíce dubna, kdy pokrytí 79% při použití 10 ks kolektorů.

Palivo

Zemní plyn u I.varianty zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. Peletky a energie ze slunce pro II.variantu zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody.

Sklad paliva – pouze u II.varianty

Sklad pelet umístěn ve stavebně upravené místnosti. Půdorysná plocha skladu je 2,65 x 3,75 m se světlou výškou 2,6 m. Šikmé plochy jsou však sklopeny pod úhlem 35° a pelety je možné plnit nejvýše 0,6 m pod stropem. Celkový objem skladu je 16,5 m³. Čištění skladu je doporučeno výrobcem kotle. Do stavebně upravené místnosti je umožněn vstup z místnosti S12.

Doprava paliva ke kotli – pouze u II.varianty

Palivo bude dopravováno ke kotli krátkým šnekem z podavače. Ze skladu pelet do podavače je palivo dopravováno pomocí pneumatického podavače. Provoz je bezobslužný.

Příprava teplé vody – I.varianta

Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody podle dle ČSN 060320. Teplota studené vody 10 °C a její ohřev bude na teplotu 55 °C. Teplá voda v I.variantě bude připravována v nepřímotopném smaltovaném vertikálním zásobníku RBC 300, který je dodáván s polyuretanovou izolací tloušťky 80 mm. Na výstupu ze zásobníku je umístěn třicestný směšovací ventil, který je nastaven na teplotu 55 °C, aby do soustavy nešla vyšší teplota, ochrana proti opaření.

Příprava teplé vody – II.varianta

Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody podle dle ČSN 060320. Teplota studené vody 10 °C a její ohřev bude na teplotu 55 °C. Teplá voda v II.variantě bude připravována v nepřímotopném smaltovaném vertikálním zásobníku RBC 750, který je dodáván s polyuretanovou izolací tloušťky 80 mm. Na výstupu ze zásobníku je umístěn třicestný směšovací ventil, který je nastaven na teplotu 55 °C, aby do soustavy nešla vyšší teplota, ochrana proti opaření. Tento zásobník bude ohříván dvěma výměníky. Horní výměník bude napojen na okruh topného systému peletkového kotle, dolní výměníky budou ohřívány solárními panely. Tyto panely budou umístěny na střeše objektu a budou orientovány na jih se sklonem 45°. Zapojení kolektorů bude provedeno tichlmanem.

Technická místnost

Technická místnost je situována do 1.PP. Podlaha je vyspádovaná a v nejnižším místě je osazena vpust'. Plynový kotel je závěsný. Dveře jsou jednokřídlové otevíravé ve směru úniku a šířky 0,9 m. Peletový kotel u II.varianty zdroje tepla bude stacionární, na jeho pravé straně bude umístěn zásobník paliva.

Potrubí

Rozvodné potrubí je provedeno z měděných pájených trubek a bude vedeno v tepelné izolaci. Vodorovné rozvodné potrubí je uloženo v konstrukci podlahy. Stoupací potrubí pro severní část objektu a společné schodiště bude vedeno v instalační šachtě a stoupací potrubí pro jižní část objektu bude vedeno stropem trubkou v trubce. Dilatace je umožněna v ohybech potrubí. Plnění a vypouštění otopné soustavy bude prováděno upravenou vodou přes plnicí a vypouštěcí kohout. Vypouštění soustavy taktéž bude přes vypouštěcí kohout.

Otopná tělesa

V celém objektu jsou instalována desková otopná tělesa firmy KORADO s výškou 600mm, typ RADIK VK. V místnostech kde je vhodné navrhnout levé připojení jsou instalovány tělesa typu RADIK VKL. Otopná tělesa jsou zavěšena na upevňovací soupravy KORAMONT. V koupelnách jsou navržena tělesa KORALUX RONDO MAX. Tělesa RADIK jsou dodaná s finální úpravou a včetně připevňovacích držáků. Vyúčtování tepla jednotlivých bytů bude provedeno dle vyhlášky MPO ČR č.194/2007 Sb. na základě hodnot poměrových měřidel osazených na každém otopném tělese a podlahové plochy místnosti nebo bytu.

Izolace potrubí

V 1.PP v nevytápěných prostorech bude potrubí opatřeno izolací. Zásobník na teplou vodu je dodáván s polyuretanovou izolací tloušťky 80 mm. Tloušťky izolací jsou pro 18x1 25mm izolace, pro 22x1 30mm izolace, pro 28x1,5 40mm izolace a 35x1,5 50mm izolace.

Přívod a odvod vzduchu a odvod kondenzátu

Přívod vzduchu pro spotřebič typu „B“ je řešen přívodem vzduchu z technické místnosti a odvodem spalin do komínu. V patě komínu bude zajištěn odvod kondenzátu do kanalizace přes zápachovou uzávěrku.

Měření a regulace

K měření teploty a tlaku budou použity teploměry a manometry osazené na potrubí v technické místnosti. Teplota topné vody na větvi č.2 a č.3 bude zajištěna trojcestným směšovacím ventilem. Čerpadlo na větvi č.1 od zásobníku TV bude spínat v případě, že v nádrži poklesne teplota vody pod požadovanou hodnotu. V bytových jednotkách bude použita ekvitermní regulace podle venkovní teploty. Další regulace bude řízena termostatickými ventily s termostatickými hlavicemi.

Topná zkouška

Uvedení topné teplovodní soustavy do provozu spočívá zejména v provedení zkoušky těsnosti a v provedení v dilatační a topné zkoušky dle ČSN 06 0310. Zkouška těsnosti se dělá pro soustavu s uzavřenou expanzní nádobou, kdy je zkušební tlak 0,3 MPa a za 1 hodinu nesmí tlak poklesnout. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou. Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 48 hodin. Součástí topné zkoušky bude nastavení regulačních ventilů topných těles tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Před zahájením topné zkoušky musí být provedeno autorizované uvedení kotle do provozu.

Požadavky na profese

Stavební práce

V bytech bude probíhat stavební práce z důvodů provádění prostupů ve stropích a stěnách pro potrubní rozvody v ochranné trubce. Stavební práce budou i u instalace podlahového vedení potrubí v součinnosti s prováděním podlah. Potrubí bude vedeno v ochranné trubce a ve vrstvě tepelné izolace. Další práce budou probíhat ve spojení s II.variantou zdroje tepla. Místnost pro sklad paliva bude stavebně upravená a budou se bourat prostupy pro doplňování paliva.

Elektroinstalace

Pro napojení kotle a oběhového čerpadla na elektrickou instalaci je nutno zřídit do blízkosti kotle přívod ukončený zásuvkami 230V/50Hz, který bude pro kotel samostatně jištěný.

Zdravotechnika a plynoinstalace

Bude zřízena přípojka kanalizace pro odvod kondenzátu přes zápachovou uzávěrku. Kondenzát není závadný pro odpadní vody a může se odvádět bez dalších úprav. V technické místnosti bude podlahová vpust'. Zajištění přívodu zemního plynu pro plynový kotel (pouze u varianty I. s plynovým spotřebičem).

Závěr

Tepelná ztráta objektu je 26,6 kW. Instalovaný výkon otopných těles je 27,4 kW. Kondenzační kotel má výkon 5,8 - 32,7 kW. Projekt byl vypracován podle platných norem. Montáž musí být provedena odborně při dodržení všech montážních a bezpečnostních předpisů. Všechny platné předpisy a normy jsou pro stavbu závazné.

Technické normy

ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – projektování a montáž

ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody – Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Navrhované hodnoty veličin

Závěr

Úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout více variant zdrojů tepla, vhodný systém vytápění a přípravy teplé vody pro bytový dům v obci Hovězí. Jedná se o novostavbu, která má celkové tepelné ztráty 26,6 kW. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy podle vyhlášky č.78/2013 Sb. svou hodnotou 0,41 W/(m²K) se zařadil do kategorie C. Vytápění bude provedeno dvoutrubkovou teplovodní soustavou s teplotním spádem 55/45°C. Do interiéru jsem navrhl desková otopná tělesa RADIK VK, tam kde bylo vhodnější připojení z levé strany, potom RADIK VKL, do koupelen trubková tělesa KORALUX RONDO MAX.

Rozvodné potrubí bude měděné a v podzemním podlaží bude opatřeno tepelnou izolací. Zásobník pro přípravu teplé vody nám umožní dodávku teplé vody do všech bytů. Bude umístěn v technické místnosti a ohříván topnou vodou z kotle.

Ve II.variantě zdroje tepla bude kromě topné vody z peletkového kotle také ohříván solárními panely a elektrickou topnou vložkou. Zvolený zdroj tepla pro I.variantu je kondenzační plynový kotel značky BUDERUS, jeho výkon umí pracovat v takovém rozsahu, aby bez problému pokryl výkon potřebný v zimním i letním období na ohřev teplé vody. Otopná tělesa budou opatřena termostatickými hlavicemi a v referenční místnosti bude instalován termostat pro regulaci vnitřní teploty celého bytu. Referenční místností bude obývací pokoj. Pro II.variantu zdroje tepla byl zvolen kotel peletový od značky BUDERUS, typ LOGANO G221 30A, který také umí pracovat ve výkonovém rozsahu tohoto projektu potřebného.

Seznam použitých zdrojů

- [1] CEZ. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: www.cez.cz
- [2] Zákon č.17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí, [cit. 26.5.2015]
- [3] WIKIPEDIE. *Fotosyntéza - Wikipedie* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotosynteza>
- [4] Ing. Marcela Počinková, Ph.D., předmět BT55_přednášky
- [5] PELETY, BRIKETY, DŘEVO. *Česká peleta* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.ceska-peleta.cz/>
- [6] TZB-INFO. *TZB-info* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.tzb-info.cz/>
- [7] PELETY VOSTOK. *Prémiové pelety* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.premiovepelety.cz/>
- [8] GALVENA. *Galvena s.r.o.* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://galvena.cz/>
- [9] BIOMASA. *Biomasa s.r.o.* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: www.biomasa.cz
- [10] SOLARENVI. *Solarenvi a.s.* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: www.solarenvi.cz
- [11] REFLEX. *Expanzní systémy* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.reflexcz.cz/>
- [12] REGULUS. *Solární ohřev* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: www.regulus.cz/cz/solarni-systemy
- [13] MATUŠKA. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha: GRADA, 2010, ISBN 978-80-247-3503-0.
- [14] TZB-INFO. *Typy solárních kolektorů* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [15] THERMOSOLAR. *Typy plochých solárních kolektorů* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: www.thermosolar.sk
- [16] VIESSMANN. *Trubkové kolektory* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.viessmann.cz/>
- [17] REGULUS. *Expanzní nádoby* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.regulus.cz/cz/expanzni-nadoby>
- [18] ETL. *Tepelná technika* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.etl.cz/>

- [19] ESBE. *Ventily a servopohony* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.esbe.cz/>
- [20] MEIBES. *Pojistné ventily* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.meibes.cz/>
- [21] TZB-INFO. *Potřeba tepla* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapieni-a-ohrev-teple-vody>
- [22] REGULUS. *Zásobník R2BC* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://www.regulus.cz/cz/zasobnik-r2bc-750>
- [23] GRUNDFOS. *Oběhová čerpadla* [online]. [cit. 26.5.2015]. Dostupný na WWW: <http://cz.grundfos.com/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Spalování biomasy [4].....	15
Obrázek 2: AZ s izolací a AZ bez izolace [4].....	17
Obrázek 3: Prémium peletky [5].....	18
Obrázek 4: Katrové peletky [5].....	18
Obrázek 5: Zásobník pelet uvnitř budovy [6].....	20
Obrázek 6: Zásobník pelet mimo budovu [6]	20
Obrázek 7: Skladování pelet [7]	20
Obrázek 8: Peletová kotelná se šnekovým podavačem [5]	21
Obrázek 9: Peletová kotelná s pneumatickým podavačem [5]	21
Obrázek 10: Kotel s integrovaným zásobníkem [6].....	22
Obrázek 11: Skladování pytlů v místnosti [6].....	23
Obrázek 12: Pytle na paletě [8].....	23
Obrázek 13: Umístění pelet do vedlejší místnosti (stavebně upravená místnost) [6]	23
Obrázek 14: Umístění pelet ve vedlejší místnosti s textilním zásobníkem [6]	24
Obrázek 15: Vakový pytel v konstrukci [6]	24
Obrázek 16: Vakový pytel na paletě [6]	24
Obrázek 17: Cisternové plnicí vozidlo [9].....	24
Obrázek 18: Výroba a distribuce pelet [5]	25
Obrázek 19: Rozdíl mezi stratifikovaným a promíchaným zásobníkem [6]	27
Obrázek 20: Různé způsoby řízeného teplotního vrstvení [6]	27
Obrázek 21: Globální záření na území ČR [10]	28
Obrázek 22: Využití solárních kolektorů [11].....	29
Obrázek 23: Dohřev zásobníku elektrickým zdrojem [12].....	30
Obrázek 24: Dohřev zásobníku plynovým kotlem [12].....	30
Obrázek 25: Bazénové absorbéry [14]	32
Obrázek 26: Konstrukce plochého kolektoru [15]	32
Obrázek 27: Trubkové jednostěnné vakuových kolektory [16]	33
Obrázek 28: Trubkový dvojstěnný vakuový kolektor – Sydney [6]	34
Obrázek 29: Koncentrační solární kolektory pro aplikace v budovách [6]	35
Obrázek 30: ENB - obálka budovy	73
Obrázek 31: Stupeň přednastavení VK a Koralux	78
Obrázek 32: Zásobníkový ohřívač RBC 300	91
Obrázek 33: Technické parametry kotle Logamax.....	92
Obrázek 34: Technický list kotle Logamax.....	93
Obrázek 35: Technický list a křivky čerpadla u kotle Logamax	94
Obrázek 36: Technický list kotle Logano.....	98

Obrázek 37: Rozměry kotle Logano s obrázkem	99
Obrázek 38: Technické údaje kotle Logano	100
Obrázek 39: Akumulační zásobník Logalux	103
Obrázek 40: Technický list kolektoru [12]	107
Obrázek 41: Tlaková ztráta kolektoru [12]	108
Obrázek 42: Čerpadlová skupina [12]	109
Obrázek 43: Umístění jímky teplotního čidla [12]	110
Obrázek 44: Vodorovný separátor vzduchu i s AOV [12]	110
Obrázek 46: Součinitel roztažnosti [4]	114
Obrázek 47: Měrný vodní objem [4]	114
Obrázek 48: EN uzavřená [17]	115
Obrázek 49: Technický list R2BC 750 [22]	120
Obrázek 50: R+S ETL, moduly [18]	121
Obrázek 51: HVDT - základní rozměry [18]	122
Obrázek 52: HVDT [18]	122
Obrázek 53: Graf pro vyvažovací ventily	123
Obrázek 54: Návrh trojcestného směšovacího ventilu - sever [19]	124
Obrázek 55: Návrh trojcestného směšovacího ventilu - jih [19]	124
Obrázek 56: Čerpadlo č.1 [23]	125
Obrázek 57: Čerpadlo č.2 [23]	126
Obrázek 58: Čerpadlo č.3 [23]	127
Obrázek 59: Čerpadlo č.4 [23]	128
Obrázek 60: Izolace potrubí 18x1 [6]	129
Obrázek 61: Izolace potrubí 22x1 [6]	130
Obrázek 62: Izolace potrubí 28x1,5 [6]	131
Obrázek 63: Izolace potrubí 35x1,5 [6]	132
Obrázek 64: EN reflex NG 50/6 [11]	134
Obrázek 65: Tehnické údaje k pojistným ventilům [20]	137
Obrázek 66: DN pojistných ventilů [20]	138
Obrázek 67: Pořeba tepla pro ohřev teplé vody [21]	139
Obrázek 68: Potřeba tepla pro vytápění [21]	140
Obrázek 69: Celková roční potřeba tepla [21]	141
Obrázek 70: Spotřeba paliva [21]	142
Obrázek 71: Spotřeba paliva [21]	142
Obrázek 72: Spotřeba paliva [21]	143
Obrázek 73: Seznam zkratk pro potřebu paliva na vytápění [21]	159
Obrázek 74: Seznam zkratk pro potřebu palivu na ohřev teplé vody [21]	160

Seznam zkratek

Značky veličin a zkratky v hlavičkách tiskových sestav programu PROTECH

1	č.v.	číslo vrstvy
2	KC	číslo položky v katalogu materiálů firmy PROTECH, spol. s r.o.
3	ČSN	číslo položky v ČSN 73 0540-3, 1994
4	Mat.	popis položky
5	ρ	měrná hmotnost v suchém stavu
6	c	měrná tepelná kapacita
7	μ	faktor difuzního odporu
8	λ_k	charakteristický součinitel tepelné vodivosti
9	λ_p	výpočtový (praktický) součinitel tepelné vodivosti
10	z_2	součinitel materiálu podle tabulky B2 ČSN 73 0540-3
11	Z_w	vlhkostní součinitel materiálu
12	z_1	součinitel vnitřního prostředí podle tabulky B1 ČSN 73 0540-3 součinitel způsobu zabudování materiálu do stavební konstrukce podle tab.B3 ČSN
13	z_3	73 0540-3
14	Vr	výpočtová varianta vrstvy
15	d	tloušťka vrstvy
16	λ	korigovaný součinitel tepelné vodivosti podle čl. 2.3 ČSN 73 0540-3
16	a	λ_{ekv} hodnota pro výpočet tepelného odporu vrstvy.
17	R	tepelný odpor vrstvy
18	θ_s	teplota na vnitřním líci vrstvy
19	R_d	difuzní odpor vrstvy
20	p_d	částečný tlak vodní páry na vnitřním líci vrstvy
21	θ_{ae}	teplota vnějšího vzduchu
22	τ_c	celková doba trvání teplot vnějšího vzduchu
23	g_{dA}	hustota difuzního toku vodní páry, proudící konstrukcí od vnitřního povrchu k hranici A oblasti kondenzace
24	g_{dB}	hustota difuzního toku vodní páry, proudící konstrukcí od hranice B oblasti kondenzace k vnějšímu povrchu
25	M_d	dílčí množství zkondenzované (vypařené) vodní páry

Ostatní veličiny

θ_{ai}	výpočtová teplota vnitřního vzduchu
θ_e	výpočtová venkovní teplota podle ČSN 06 0210
φ_i	relativní vlhkost vnitřního vzduchu
φ_e	relativní vlhkost vnějšího vzduchu
R_i	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
R_e	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
p_{di}	částečný tlak vodní páry ve vnitřním prostředí
p_{de}	částečný tlak vodní páry ve vnějším prostředí
p''_{di}	částečný tlak syté vodní páry ve vnitřním prostředí
p''_{de}	částečný tlak syté vodní páry ve vnějším prostředí
e_1	součinitel typu budovy podle ČSN 73 0540-2
θ_i	výpočtová vnitřní teplota

R_T	odpor konstrukce při prostupu tepla
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
m	měrná hmotnost konstrukce
R_d	difuzní odpor konstrukce
R_{dT}	odpor konstrukce při prostupu vodní páry
v	teplotní útlum konstrukce
ψ	fázové posunutí teplotních kmitů
θ_w	teplota rosného bodu
M_c	roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci
M_{ev}	roční množství vypařené vodní páry v konstrukci
R_{dA}	difuzní odpor od vnitřního povrchu konstrukce k hranici A oblasti kondenzace
R_{dB}	difuzní odpor od hranice B oblasti kondenzace k vnějšímu povrchu konstrukce
U_p	součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce
R_N	normový tepelný odpor konstrukce
$\Delta\theta_{w1}$	bezpečnostní přírážka zohledňující způsob vytápění
$\Delta\theta_{w2}$	bezpečnostní přírážka zohledňující tepelnou akumulaci konstrukce
θ_r	výsledná teplota v místnosti
λ_{kat}	součinitel tepelné vodivosti vybraný z katalogu materiálů
R_u	tepelný odpor nevytápěných prostorů
μ	faktor difuzního odporu

Zkratky pro vytápění pro potřebu tepla a paliva

t_{em}	<p>střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období [°C] Průměrnou denní teplotou venkovního vzduchu je čtvrtina součtu venkovních teplot měřených ve stínu s vyloučením sálání okolních stěn v 7⁰⁰, 14⁰⁰ a ve 21⁰⁰ hod., přičemž teplota naměřená ve 21⁰⁰ hodin se počítá dvakrát.</p> $t_{em} = \frac{t_{e,7} + t_{e,14} + 2 \cdot t_{e,21}}{4}$
t_{is}	<p>průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C] pohybuje se v rozmezí 14 až 21.5 °C pro obytné budovy uvažujeme 18.2 až 19.1 °C</p>
e_i	<p>nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem Protože tepelná ztráta infiltrací v běžných případech tvoří 10-20 % celkové tepelné ztráty, volí se součinitel v rozmezí 0.8 až 0.9.</p>
e_t	<p>snížení teploty v místnosti během dne respektive noci V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určitou část dne. Volí se v rozmezí 0.8 např. pro školy s polodenním vyučováním až po 1.0 pro nemocnice, kde vyžadujeme 100 % výkon otopné soustavy po celých 24 hodin.</p>
e_d	<p>zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu Podle využití budov v průběhu týdne se volí součinitel e_d v rozmezí od 1.0 pro budovy se sedmidenním provozem, přes 0.9 pro budovy se šestidenním a 0.8 pro budovy s pětidenním provozem.</p>
ε	<p>Součinitel ε je též možné určit z odborné literatury nebo podle vlastních zkušeností. Jako příklad uvádím tyto hodnoty:</p> <p>podle typu staveb a jejich provozu</p> <ul style="list-style-type: none"> nepřetržitě vytápění ε = 1.00 stavby zcela lehké s častými a delšími otopnými přestávkami ε = 0.90 stavby lehké (z tvárnice zdiva) a pro stavby střední, s otopnými přestávkami o nedělích a svátcích ε = 0.80 stavby střední s krátkými otopnými přestávkami (noční útlum) nebo pro stavby těžké, bez otopných přestávek ε = 0.75 stavby těžké, s kratšími otopnými přestávkami (neděle a svátky) ε = 0.65 těžké kamenné stavby, občasné vytápění ε = 0.60 <p><i>Lze užít i následující hodnoty, pouze ta je nutné uvažovat účinnost obsluhy η_o = 1, protože je v nich již zahrnuta.</i></p> <p>vícepodlažní objekty</p> <ul style="list-style-type: none"> centrální regulace ε = 0.80 centrální regulace zónová ε = 0.75 centrální regulace a ventily s termostatickými hlaviciemi ε = 0.70 <p>rodinné domy, případně samostatně provozované byty v nájemních domech</p> <ul style="list-style-type: none"> regulace prostorovým termostatem ε = 0.71 ekvitermní (kvalitativní) regulace teploty otopné vody ε = 0.67 regulace ventily s termostatickými hlaviciemi ε = 0.63
η_o	<p>účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy Volí se v rozmezí 0.9 pro kotelnu na pevná paliva bez rozdělení kotelny na sekce až po 1.0 pro plynovou kotelnu s otopnou soustavou rozdělenou do sekcí např. podle světových stran s automatickou regulací.</p>
η_r	<p>účinnost rozvodu vytápění Volí se v rozmezí 0.95 až 0.98 podle provedení.</p>

Obrázek 72: Seznam zkratk pro potřebu paliva na vytápění [21]

Zkratky pro výpočet ohřevu teplé vody

t₁	teplota studené vody [10 °C]
t₂	teplota ohřáté vody [55 °C]
V_{2p}	celková potřeba teplé vody za 1 den [m ³ /den] U staveb pro bydlení uvažujeme 0.082 m ³ /osobu den, minimálně však 0.2 m ³ /byt den.
z	koeficient energetických ztrát systému pro přípravu teplé vody Pro běžné stavby uvažujeme hodnotou 50 až 100% podle provedení rozvodu a doby cirkulace. rozvody v nových stavbách z = max. 0.5 okružní rozvody z = max. 1.0 rozvody ve starších stavbách z = 2 až 4 (vychází se z provedených měření)
ρ	měrná hmotnost vody [1000 kg/m ³]
c	měrná tepelná kapacita vody [4186 J/kgK]

Obrázek 73: Seznam zkratk pro potřebu palivu na ohřev teplé vody [21]

Seznam příloh

Příloha č.1	Půdorys 1.NP
Příloha č.2	Půdorys 2.NP
Příloha č.3	Půdorys 3.NP
Příloha č.4	Půdorys 4.NP
Příloha č.5	Půdorys 1.PP
Příloha č.6	Rozvinutý řez
Příloha č.7	Půdorys kotelny – I.varianta s plynovým kotlem
Příloha č.8	Půdorys kotelny – II.varianta z OZE
Příloha č.9	Umístění solárních kolektorů na střeše
Příloha č.10	Schéma zapojení zdroje tepla – I.varianta
Příloha č.11	Schéma zapojení zdroje tepla – II.varianta
Příloha č.12	Legenda zařízení pro I.variantu
Příloha č.13	Legenda zařízení pro II.variantu